RUDOLF WOLLMANN

SAPER COSTRUIRE

il libro completo
del modellismo
e delle costruzioni

UGO MURSIA

I libri del «fare»

RUDOLF WOLLMANN

SAPER COSTRUIRE

IL LIBRO COMPLETO
DEL MODELLISMO E DELLE COSTRUZIONI

con 889 disegni e 86 fotografie fuori testo

UGO MURSIA EDITORE

SCHEMA DELL'OPERA

N.B. - L'indice analitico si trova in fondo al volume.

I. LAVORETTI FACILI

I lavori manuali sono come tutte le altre attività: il difficile sta nel cominciare. Nessuno nasce maestro, perciò inizieremo con le cose piú semplici, alla portata di tutti, che costano poca fatica e poca spesa. Vi sarà facile procurarvi un po' di legno, carta, cartoncino, chiodi, spago e colla; come utensili bastano per ora un temperino ed un paio di forbici, e per i primi lavori saranno anzi sufficienti le vostre dita. Con quest'attrezzatura potrete fare, come vedremo nei prossimi capitoli, tante belle cose divertenti: oggetti che serviranno per giochi all'aperto, in campeggio, nel bosco o sul prato. E se dobbiamo rimanere in casa, ci divertiremo ugualmente con giochi di magia e faremo sbarrare gli occhi agli amici con interessanti esperimenti di fisica o di chimica.

Per i piú piccoli

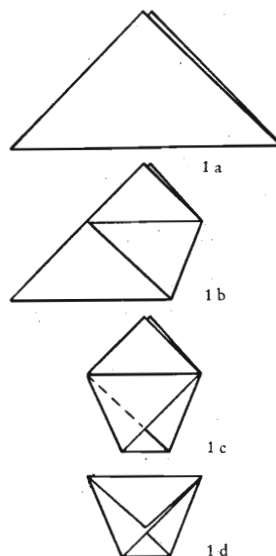



Fig. 1 a-d. Come nasce il bicchiere di carta.

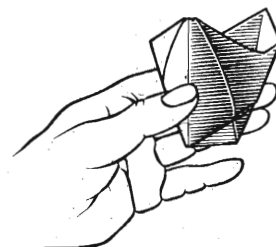



Fig. 1 e. Come lo si usa.

Il bicchiere di carta.

Bere nel cavo della mano — mmh! — si può anche fare, quando si ha sete. Ma spesso l'acqua finisce per scorrere dentro la manica, e comunque, col bicchiere si beve meglio. Per costruire un bicchiere impermeabile, possiamo usare della carta pergamenata; se il bicchiere deve servire una volta sola, basta la carta comune, per esempio un foglio di carta da lettera (non ancora usata, s'intende). Tagliamo un quadrato di 20 cm di lato, pieghiamolo una volta nella diagonale (fig. **1 a**); pieghiamo le punte una dopo l'altra, come nelle figure **1 b** e **1 c**, rovesciamo i lembi da una parte e dall'altra (fig. **1 d**), e il bicchiere è pronto (fig. **1 e**). Dopo l'uso possiamo metterlo in tasca.

Lo schiocco.

Costruire uno schiocco è facile quanto fare il bicchiere. Questa volta useremo una carta piú resistente, tagliata nel formato 16×24 cm, o di un altro formato che abbia i lati nel rapporto 2:3. Pieghiamo i quattro angoli come nella figura **2a**, e il foglio intero per il lungo (fig. **2b**). Poi pieghiamo le due punte in avanti in modo da far combaciare i lati lunghi (fig. **2c**); i due triangoli che si presentano devono essere piegati all'indietro (fig. **2d**). Prendendo ora le due orecchie tra pollice ed indice e muovendo tutto energicamente dall'alto in basso, la parte ripiegata uscirà con un forte schiocco. Per « ricaricare » l'arnese, basta far rientrare la parte interna. Piú resistente sarà la carta, piú forte e sonoro sarà lo schiocco.

Fig. 2 a-d. Costruzione dello schiocco.

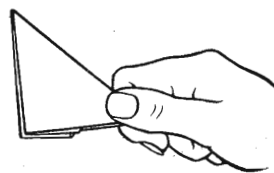



Fig. 2 e. Lo schiocco si prende cosí e poi lo si abbassa energicamente.

La palla a vento.

Fig. 3. La palla a vento.

Questo oggetto divertente (fig. **3**) è composto di tre dischi di carta **a**, **b** e **c** di uguale diametro. Nel disco **a** pratichiamo quattro tagli dalla circonferenza verso il centro, lunghi mezzo raggio, a distanze regolari. Il disco **b** ha due tagli uguali ai precedenti, nonché un taglio trasversale nel centro. Infine il disco **c** ha due tagli interni a croce. Infiliamo ora il disco **a** nel taglio di **b**, ed i due dischi congiunti nei tagli di **c**: ecco fatto. Questa palla viene mossa dal minimo alito di vento; basta metterla per terra o sul tavolo e soffiare, e sempre, in ogni posizione, essa presenterà un angolo nel quale l'aria trova resistenza.

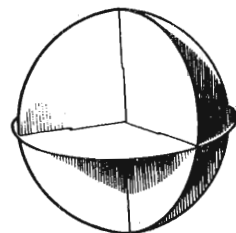
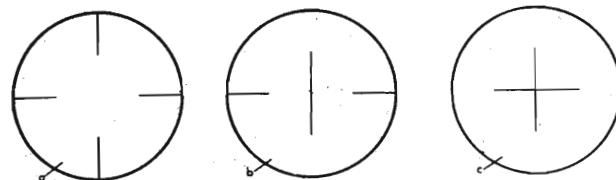



Fig. 4. I tre dischi che compongono la palla a vento.

La girandola.

A proposito di soffiare: ecco la girandola (fig. **5**). Prendiamo un quadrato di carta e pratichiamo quattro tagli, dagli angoli verso il centro. Pieghiamo un lembo per ogni angolo verso il centro e fissiamo con uno spillo le quattro punte; infiliamo lo spillo nell'estremità di un bastoncino, e la girandola è pronta: divertirà certamente i bambini piú piccoli. Per renderla piú robusta, possiamo usare, invece della carta, un foglio di celluloide o di altra materia plastica, e per diminuire l'attrito possiamo mettere tra girandola e bastone una perla di vetro.

Una serie di girandole montate sul medesimo bastoncino, che inchioderemo su un listello piú lungo, formerà un oggetto decorativo per il giardino e servirà a tenere lontani i passeri. Il listello può essere conficcato in terra o fissato sullo steccato.

Se il bastoncino porta un timone da una parte, e dall'altra una girandola, quest'ultima si orienterà sempre nella posizione adatta a ricevere il vento (vedi parte III, ruote a vento).

Fig. 5. Come nasce la girandola.

La freccia alata.

Prendiamo mezzo foglio di carta da lettera e pieghiamo verso l'interno i due angoli inferiori (fig. **6a**). Pieghiamo nuovamente verso l'interno i lati obliqui

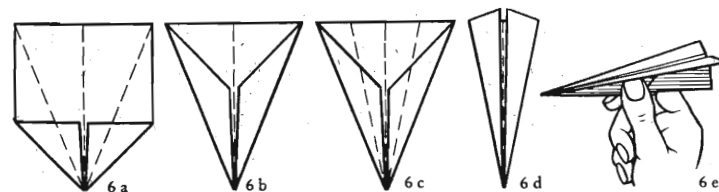



Fig. 6 a-e. Le fasi di costruzione della freccia alata.

cosí ottenuti (fig. **6 b**) e ripetiamo un'altra volta la medesima operazione (figura **6 d**). Nella fig. **6 c** sono disegnate le pieghe successive.

Ripieghiamo ora il tutto lungo la linea mediana, lasciando all'esterno le parti piegate prima; apriamo le ali, e la freccia è pronta. Basta prenderla per la parte inferiore (fusoliera) e lanciarla orizzontalmente (fig. **6 e**). Se ci troviamo in cima ad un pendio, essa volerà piú lontano. Orientando in vari modi le estremità delle ali, si ottengono vari effetti di timone. Apprenderemo cosí i primi elementi che ci serviranno poi per la costruzione di aeromodelli.

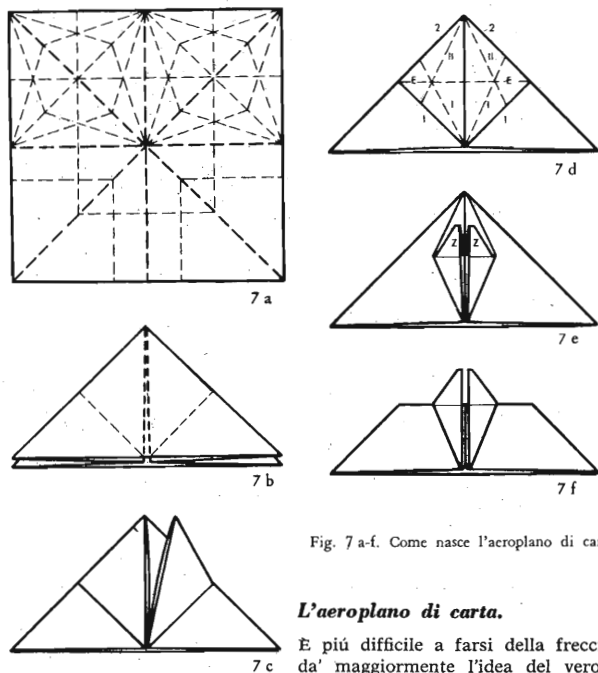



Fig. 7 a-f. Come nasce l'aeroplano di carta.

L'aeroplano di carta.

È piú difficile a farsi della freccia, ma da' maggiormente l'idea del vero aeroplano. Per costruirlo, ci serve un foglio quadrato che pieghiamo nelle diagonali in un senso, lungo le linee centrali nell'altro senso. Facciamo ora in modo che le due pieghe centrali si sovrappongano nell'interno (fig. **7 b**), pieghiamo

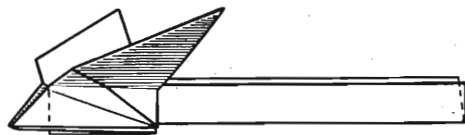



Fig. 7 g. L'aeroplano terminato.

verso l'alto i due triangoli superiori (fig. **7 c**), pratichiamo poi le seguenti pieghe: una parallela alla base del triangolo (**E-E**), una che riporti la punta del triangolo appena formato verso il centro, una che porti il lato **1** del nuovo triangolo verso la linea centrale (piega I), infine una che porti il lato **2** del nuovo triangolo verso la medesima linea centrale (piega II): tutto questo sia a sinistra, sia a destra (fig. **7 d**). Prendendo ora le estremità della piega **E-E** e portandole verso l'alto e verso l'interno, si otterranno le due orecchiette **Z** della fig. **7 e**. Pieghiamo le orecchiette verso la punta e questa all'indietro (fig. **7 f**). Infine pieghiamo il tutto a metà, verso l'alto, infiliamo una striscia di carta come coda, riabbassiamo le ali per portarle sul medesimo piano, e l'aeroplano è pronto (fig. **7 g**).

Il cappello.

È un cappello di carta che conosciamo tutti, e non sono necessarie molte parole per illustrare la fig. **8**. Occorre un foglio di carta rigida del formato 50 × 35 cm circa; le successive piegature **1**, **2**, **3**, **4**, **5** si spiegano da sé. Questo copricapo serve anche per riparare la testa quando si aiuta ad imbiancare il soffitto...

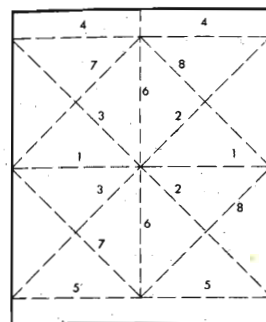
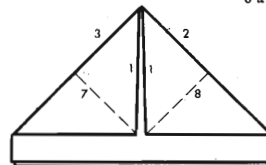
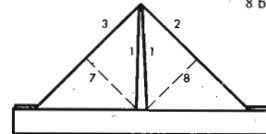
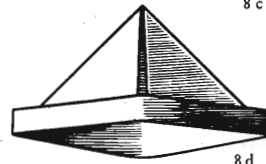
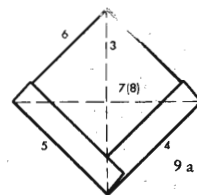
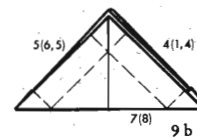
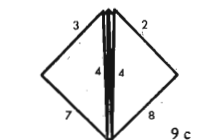
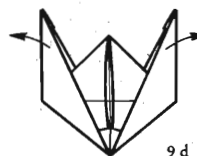



Fig. 8 a-d. Il cappello di carta.

La barchetta di carta.

Dal cappello della figura **8** si passa alla barchetta, continuando le piegature come nella fig. **9**. Prima occorre portare il cappello al quadrato (fig. **9 a**), poi si ripiegano i triangoli davanti e dietro (fig. **9 b**); il cappellino cosí formato viene nuovamente portato ad un quadrato (fig. **9 c**). Ora, aprendo quest'ultimo prudentemente, si ottiene la barchetta (figure **9 d-e**).

Fig. 9 a-c. La barchetta di carta.

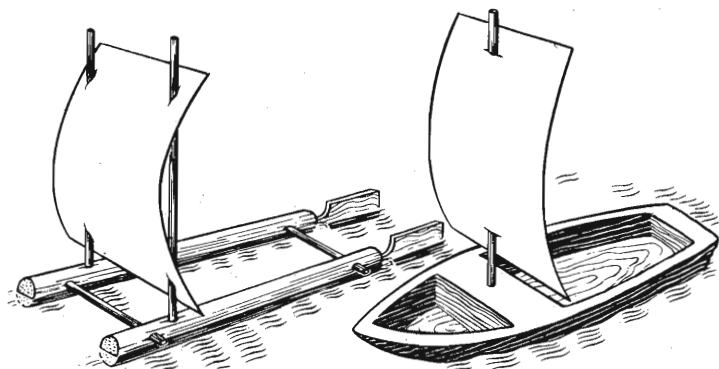



Fig. 10. La zattera a vela, fatta di giunco e canna.

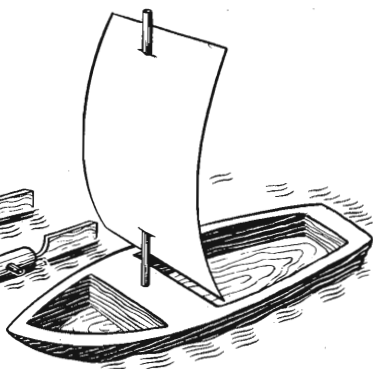



Fig. 12. La barchetta di corteccia.

Fig. 11 a. Pezzo di canna.

Fig. 11 b. Pezzo di giunco.

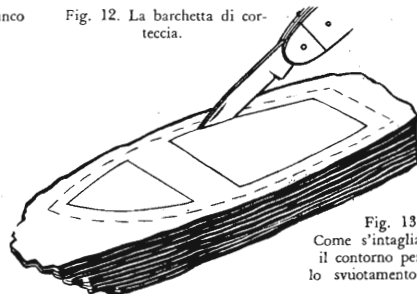



Fig. 13. Come s'intaglia il contorno per lo svuotamento.

La zattera a vela.

È facile trovare dei pezzi di giunco, lungo le rive dei laghetti. Due pezzi di giunco, secchi ma pieni di midollo spugnoso, galleggiano meglio del sughero e formeranno i longheroni della zattera. Conviene sceglierli di uguale lunghezza e diametro; vicino alle estremità pratichiamo degli spacchi per le traversine.

Cercheremo poi un pezzo di canna senza nodi, che col temperino taglieremo longitudinalmente in vari pezzi, di cui due, infilati negli spacchi dei longheroni, completeranno il telaio della zattera, mentre altri due piú lunghi serviranno come alberi. La vela è fatta di carta rigida nella quale pratichiamo quattro fori in posizione adatta. Infilando le punte di due pezzi di legno opportunamente sagomati nelle estremità dei longheroni, si contribuirà alla stabilità della minuscola imbarcazione.

La barchetta di corteccia.

Volendo avere un modello di natante piú robusto e piú somigliante alle navi vere, possiamo fare una barchetta di corteccia (fig. **12**), che sarà inaffondabile e capace di seguire, con la sua piccola vela, ogni alito di vento. Scegliamo un grosso pezzo di corteccia, sul quale tracciamo la sagoma esterna della barchet-

ta. Disegnamo poi i contorni lungo i quali dovrà effettuarsi il lavoro di svuotamento e intagliamo col temperino la corteccia lungo questi contorni (fig. **13**).

Soltanto quando l'interno è completamente svuotato, si sbozza l'esterno. In un foro praticato nella traversina infiliamo un bastoncino che servirà come albero per la vela, costituita da un foglio di carta forata in due punti. Basterà infilarla sull'albero, e la barchetta potrà iniziare il suo primo viaggio.

Fig. 14. Ornamenti sul bastone da passeggio.

Fig. 15. La corteccia s'incide fino al legno.

Fig. 16. Si toglie cautamente la corteccia tagliata.

Il bastone da passeggio.

Quando in primavera la linfa nuova sale nei salici e nei nocciuoli, è venuto il momento di utilizzare il legno fresco, dal quale, staccando con facilità la corteccia, potremo ricavare oggetti variamente decorati (figg. **14-16**). Per evitare gli strappi fuori programma, bisogna intagliare nettamente con un temperino i contorni nella corteccia, fino al legno sottostante. Volendo si può poi tingere il legno con inchiostri di china colorati.

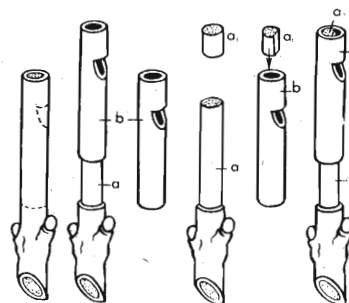



Fig. 17. Come nasce lo zufolo.

Lo zufolo.

La figura **17** indica come fabbricare uno zufolo o flauto. Da un ramo di media grossezza si taglia un pezzo di circa 12 cm di lunghezza; col temperino si incidono poi i punti segnati nella prima figura. Battendo col dorso del temperino sul legno, il tubetto di corteccia (**b**) si ammorbidisce e potrà essere sfilato dal legno. Dalla parte scortecciata tagliamo un pezzetto cilindrico ($\mathbf{a}_1$), ne togliamo lateralmente una striscia e lo infiliamo nuovamente nel tubetto (**b**), che a sua volta verrà rimesso sul ramo (**a**). Lo zufolo è ora pronto per l'uso. L'acutezza del suono dipende dalla maggiore o mi-

nore lunghezza del legno infilato nel tubetto; estraendolo e affondandolo alternativamente, si possono suonare anche delle semplici melodie.

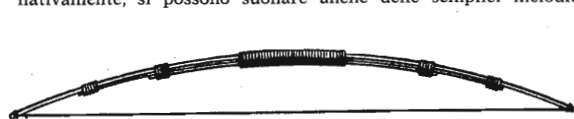



Fig. 18. Arco composto di listelli di frassino.

Fig. 19. Frecce di canna.

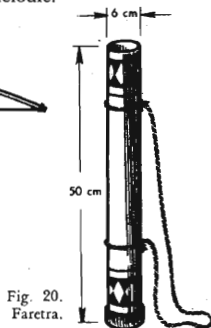



Fig. 20. Faretra.

Arco e freccia.

Non occorre insegnare a nessuno come fabbricarsi un arco da un ramo di nocciolo. Ma un simile arco dura poco: il legno, poco elastico, si deforma presto e si rompe con facilità. Possiamo costruire, invece, un arco piú perfezionato con tre listelli di frassino giovane, dalla sezione 4×18 mm, lunghi rispettivamente 100, 75 e 50 cm. Li leghiamo con spago resistente come indicato nella fig. **18**. La corda potrà essere di budello o di nylon.

Le frecce possono essere fabbricate con pezzi diritti e sottili di canna lunghi 55-60 cm. In una delle estremità pratichiamo una tacca per appoggiare la freccia sulla corda, oppure fendiamo prudentemente la canna per qualche centimetro, infiliamo un piccolo cuneo di legno che tenga divaricate le due metà, e leghiamo strettamente la canna proprio al di sopra del cuneo (fig. **19**). La punta della freccia deve essere appesantita infilandovi un pezzo cilindrico di legno; se abbiamo un pezzo di sambuco, affondiamo la canna direttamente nel midollo fino al primo nodo e lo tagliamo subito dopo. Per far mantenere meglio la traiettoria, la coda della freccia può essere guarnita di qualche penna di uccello (fig. **19**). E attenzione: non tirare mai sulle persone! Le conseguenze potrebbero essere spiacevoli o addirittura tragiche.

La faretra.

Per portare in giro le frecce, si usa un astuccio chiamato faretra, facilmente ricavabile da un tubo di cartone come quelli che si usano per i disegni tecnici (fig. **20**). Il cartone non si presta ad essere verniciato; meglio ricoprirlo di carta colorata che possiamo poi rendere impermeabile con uno strato di vernice trasparente. La faretra viene portata a tracolla con una bella corda multicolore.

Lo scudo.

Lo scudo si può fare di cartone, ma se costruito in legno compensato durerà di piú. Utilizziamo un foglio di 50×70 cm e di 4 mm di spessore; lo tagliamo nella forma voluta (ovale, tondo) oppure lo lasciamo rettangolare. Per curvare lo scudo, pratichiamo due fori vicini ai due bordi opposti e vi passiamo una robusta corda che tendiamo prudentemente finché la curvatura è quella desiderata, e l'annodiamo in questa posizione. Con la sega a traforo pratichiamo due fessure rettangolari per il passaggio delle cinghie, che assicuriamo con una cu-

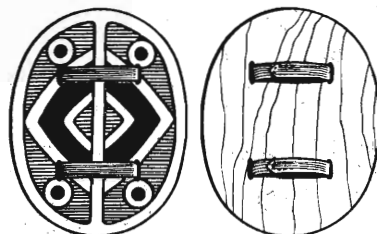



Fig. 21. Scudo. A sinistra: l'esterno decorato; a destra: l'interno.

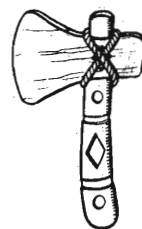



Fig. 22. Scure di guerra.

citura o con ribattini, naturalmente dalla parte interna. Tra il legno e le cinghie passerà il braccio che regge lo scudo. All'esterno, lo scudo può essere abbellito con una ricca decorazione pittorica o di carta colorata.

La scure di guerra.

L'armamento del pellerossa è completato dalla scure di guerra detta « tomahawk ». La lama viene ricavata da una tavola di legno di 12 mm di spessore, opportunamente tagliata, sagomata, affilata e forata. Un ramo di diametro 25-30 mm, rastremato verso l'estremità, servirà da manico, che fisseremo con qualche chiodo o meglio con una solida legatura. Questa renderà anche piú « autentica » la scure (gli indiani non conoscevano i chiodi!). Infine, il manico viene decorato con pitture ed intagli e la lama dipinta con vernice metallica.

Fig. 23. Corona di piume (modello semplice).

La corona di piume.

Una semplicissima corona consiste in una striscia di cartone ondulato, incollata ad anello; nei fori s'infilano penne variopinte (fig. **23**). Se vogliamo renderla piú maestosa, fissiamo sull'anello due strisce corte e ad esse le due estremità di una striscia piú lunga, che ricadrà sulla schiena, e che viene ornata di penne variopinte in misura decrescente (fig. **24**). Tutta questa parte può essere fatta naturalmente anche di un pezzo solo di cartone ondulato, tagliato in forma di striscia curvata alle estremità (fig. **25**). Come al solito, decoriamo il cartone con carte colorate.

Fig. 25. La coda in un pezzo solo.

Fig. 24. Corona di piume con la coda.

Il megafono.

Ed ora passiamo a lavori piú seri basati su principi scientifici.

Se si raccolgono le onde sonore in un fascio indirizzato in una data direzione, possiamo aumentare considerevolmente l'intensità del suono. A questo scopo serve il megafono, che avrete già visto utilizzare in occasione di manifestazioni sportive e che può essere facilmente costruito in base alle misure indicate nella fig. **26**, con cartoncino sottile. Ritagliato il cartone, lo arrotoliamo a cono ed incolliamo la fascia lungo il bordo **L**; per maggiore solidità, applichiamo anche una striscia di nastro gommato. I due diametri del megafono risulteranno di 3 e di 22 cm circa. Ritagliamo poi nello stesso cartoncino il bocchino **M** e lo incolliamo lungo il bordo **L** e poi sul foro minore del megafono. Per dare maggiore rigidità al cartone, conviene ora imbevere tutto il megafono con colla molto diluita, a caldo, oppure verniciarlo con una soluzione di gommalacca in alcool (« vernicetta »). Il megafono può servire anche come apparecchio di ascolto. Se, per esempio, sentite il rumore di un aeroplano senza poterlo individuare perché troppo alto, basterà avvicinare il bocchino del megafono all'orecchio ed esplorare il cielo; in una data direzione si avvertirà nettamente il rumore piú forte, ed in questa direzione si troverà l'aeroplano.

Fig. 26. Megafono di cartone. A sinistra gli sviluppi del cono e del bocchino.

Questo metodo funzionerà bene soltanto se vi trovate in una località pianeggiante e se l'aria è calma: colline e vento deviano facilmente il suono.

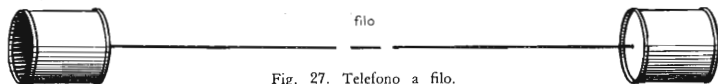



Fig. 27. Telefono a filo.

Il telefono da campo.

Giacché parliamo di onde sonore... perché non costruire un telefono? Due barattoli di conserva forati nel fondo e collegati con uno spago lungo 15-20 metri e ben teso vi faranno sentire nitidamente le parole anche a questa notevole distanza. I fori nei fondi dei barattoli si possono fare con un semplice chiodo; naturalmente il filo deve essere poi annodato per impedire che si sfili di nuovo (fig. **27**). Parlando in uno dei barattoli, il suo fondo vibrerà, e le vibrazioni si trasmetteranno attraverso il filo teso fino al fondo dell'altro barattolo e si trasformeranno nuovamente in suoni.

Attenzione: qualcuno non è riuscito a far funzionare bene questo telefono. Ma la colpa era certamente del filo non sufficientemente teso o troppo elastico. Per questo uso non vanno bene le cordicelle ritorte, ma il refe da calzolaio, il filo di nylon o — meglio ancora — di acciaio o di ottone crudo.

Il filo metallico è poi indispensabile se vogliamo montare una linea fissa, montando i barattoli in modo permanente (in vani di finestra, su steccati, ecc.).

Fig. 28. La bottiglia magica.

Fig. 29. I tubi misteriosi.

Un po' di magia

È sempre divertente fingere di avere poteri magici. Si possono ottenere effetti sorprendenti anche con mezzi ridottissimi; basta curare bene la messinscena. Ogni trucco deve essere perfettamente studiato, gli attrezzi devono essere a portata di mano, i giochi di prestigio devono susseguirsi senza interruzione per evitare che il pubblico abbia il tempo di pensare « come avrà fatto? ».

Ecco alcuni trucchi alla portata di tutti.

La bottiglia magica.

Un sottile filo nero è fissato al bottone della vostra giacca; l'altro capo è legato all'estremità di una matita, che s'infila in una bottiglia di vetro scuro (fig. **28**). Tenete la bottiglia con le due mani, a distanza tale che la matita non appaia ancora. Allontanando e riavvicinando la bottiglia, la matita sporgerà, sparirà, salterà, ed il pubblico non capirà come. La matita può essere anche sostituita da un pupazzetto di cartone, che naturalmente deve essere abbastanza stretto per passare comodamente nel collo della bottiglia. Il pupazzo, decorato e dipinto a piacere, è inchiodato su un bastoncino di legno, all'estremità inferiore del quale si lega il filo.

I tubi misteriosi.

Sul vostro tavolino mettete a sinistra un bicchierino da liquore o un calice, a destra una bottiglia. Annunciate ora di poter far sparire a volontà calice e bottiglia e di farli riapparire in posizione invertita. Infatti, coprite i due oggetti con due tubi uguali di cartone, dite una formuletta magica, sollevate i tubi: il calice si trova ora a destra e la bottiglia a sinistra.

Ripetendo l'operazione gli oggetti ritorneranno ai vecchi posti.

Ed ecco come si fa: A due bottiglie uguali avrete fatto tagliare dal vetraio

i fondi. I due tubi di cartone devono calzare esattamente le bottiglie. Anche i due calici sono uguali. Il primo è quello a sinistra, in vista; il secondo è nascosto sotto la bottiglia posta in vista a destra. La seconda bottiglia si trova nel tubo di cartone che avete nella mano sinistra e con la quale coprite il calice (fig. **29**). Quando poi risolleverete questo tubo, lascerete sul tavolo la bottiglia. Il secondo tubo, vuoto, serve per coprire la bottiglia a destra; alzandolo, si asporta questa bottiglia, e apparirà il calice che era sotto. Per la seconda parte del trucco, naturalmente, si procede nella medesima maniera.

Fig. 30 a. La scatola magica (sezione).

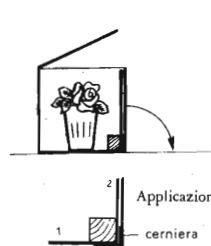



Fig. 30 b. Rovesciata la scatola, l'oggetto rimane dietro il fondo nuovo.

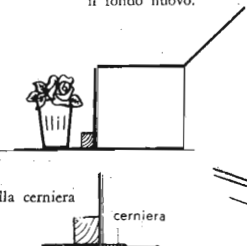



Fig. 31. La scatola rovesciata vista dalla parte dello spettatore.

Gli oggetti che scompaiono.

Un trucco tra i piú comuni permette di far sparire alcuni oggetti con l'aiuto di una scatola magica. Ad una solida scatola di cartone con coperchio a cerniera (che potete fare voi stessi: vedi capitolo « Lavori di legatoria ») si toglie il fondo che, con un listello a sezione quadrata, viene collegato ad angolo retto ad un altro rettangolo di cartone dello stesso formato, come indicato in fig. **30 a.**

Una striscia di tela, incollata al fondo N. **1** ed al lato interno della parete della scatola, forma una cerniera che permette di ribaltare verso l'interno il nuovo fondo. Scatola e fondi vengono rivestiti di carta nera.

La scatola cosí preparata viene mostrata al pubblico con il fondo ripiegato per far vedere che è vuota. Introducete ora un oggetto qualsiasi nella scatola, chiudete il coperchio e ponete la scatola sul tavolo. Rovesciate in avanti la scatola e aprite il coperchio. La scatola risulterà vuota; il fondo è infatti rimasto nella vecchia posizione e l'oggetto si trova dietro il cartone che forma il fondo nuovo (figg. **30 b** e **31**).

La moneta che passa attraverso il legno.

Fate vedere una moneta, ponetela in un fazzoletto che farete toccare da qualcuno del pubblico e che spingerete poi in un bicchiere posto sul tavolo. Dite ora che farete passare la moneta attraverso il bicchiere ed il legno. Fate vedere un altro bicchiere vuoto e tenetelo sotto il tavolo in corrispondenza del primo; toccate con la bacchetta magica il bicchiere con il fazzoletto; in questo preciso momento si sentirà la moneta cadere nel bicchiere inferiore. Tolto il fazzoletto dal primo bicchiere lo sventolerete per dimostrare che non contiene piú la moneta.

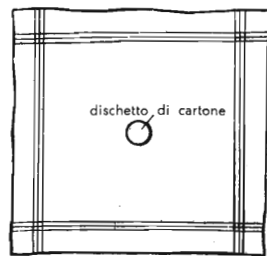



Fig. 32. Fazzoletto con dischetto incollato.

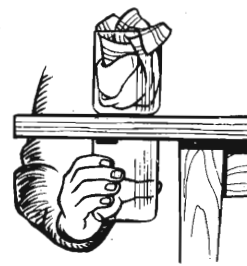



Fig. 33. Spostato leggermente il bicchiere, si stacca la moneta.

Ecco come funziona: La moneta che avete fatto vedere, invece di metterla nel fazzoletto la terrete nella mano e la farete sparire in un momento adatto. Sul fazzoletto sarà stato precedentemente incollato un dischetto di cartone, per far sí che gli spettatori, toccandolo, lo credano la moneta (fig. **32**). Un'altra moneta uguale, l'avrete già incollata con un po' di cera sotto il piano del tavolo; col secondo bicchiere riuscirete facilmente a staccarla nel momento voluto (fig. **33**). Sventolando il fazzoletto avrete cura di non far vedere il dischetto incollato.

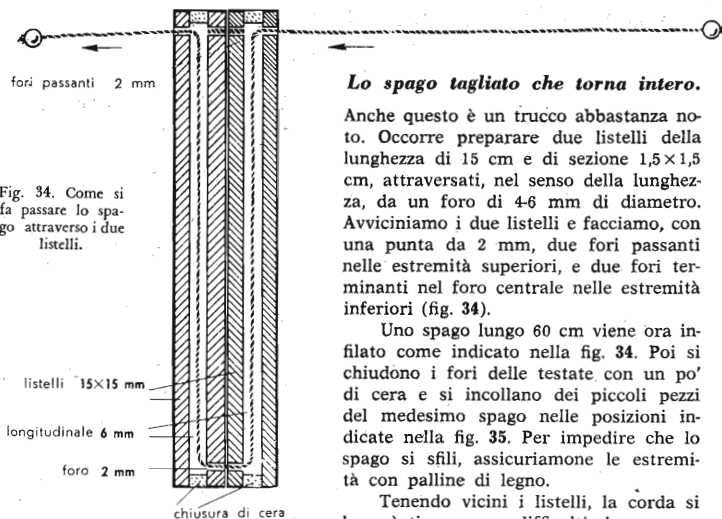



Fig. 34. Come si fa passare lo spago attraverso i due listelli.

Lo spago tagliato che torna intero.

Anche questo è un trucco abbastanza noto. Occorre preparare due listelli della lunghezza di 15 cm e di sezione 1,5×1,5 cm, attraversati, nel senso della lunghezza, da un foro di 4-6 mm di diametro. Avviciniamo i due listelli e facciamo, con una punta da 2 mm, due fori passanti nelle estremità superiori, e due fori terminanti nel foro centrale nelle estremità inferiori (fig. **34**).

Uno spago lungo 60 cm viene ora infilato come indicato nella fig. **34**. Poi si chiudono i fori delle testate con un po' di cera e si incollano dei piccoli pezzi del medesimo spago nelle posizioni indicate nella fig. **35**. Per impedire che lo spago si sfili, assicuriamone le estremità con palline di legno.

Tenendo vicini i listelli, la corda si lascerà tirare senza difficoltà da una parte e dall'altra, e non sembrerà affatto che essa faccia il giro all'interno dei listelli. Prendete ora un temperino e « tagliate » la corda tra i due listelli (fig. **36**); divaricate leggermente i listelli per far vedere i capi tagliati (ossia i pezzettini di corda precedentemente incolla-

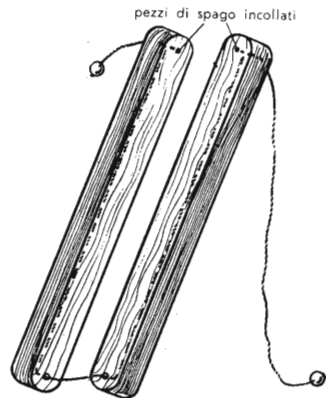



Fig. 35. Lo spago sembra essere tagliato.

Fig. 36. Si « taglia » lo spago.

ti), avendo cura di non scoprire il pezzo di corda tra le estremità inferiori dei listelli. Riavvicinate poi i listelli e toccateli con la bacchetta magica: la corda potrà nuovamente essere tirata da una parte e dall'altra e figurerà perciò intatta.

La camera fumogena.

Questo interessante attrezzo usato nei laboratori di fisica può servire anche per qualche trucco di magia. Costruite un cubo di cartoncino robusto, chiuso da tutte le parti, con un foro centrale di 2,5-3 cm di diametro in una delle facciate; il lato del cubo dovrà essere di 12-15 cm (fig. **38**). Se soffiate ora un po' di fumo nell'interno del cubo e poi picchiate leggermente con il dito sulla parete opposta all'apertura, da quest'ultima uscirà un anello di fumo (fig. **37**) che si sposterà rapidamente allargandosi di continuo. Osservato contro luce (lampadina elettrica o finestra), si vedrà che l'anello ha anche un movimento rotatorio attorno all'asse del suo spostamento; anzi, è questa la ragione per la quale l'anello si allarga. Se ponete la fiamma di una candela esattamente nell'asse di spostamento, al passaggio dell'anello essa si allargherà di colpo; passato l'anello di fumo, la fiamma riprenderà ad ardere tranquillamente come prima. Talvolta la perturbazione data dal vortice dell'anello è talmente forte che la fiamma si spegne. Tutto ciò dimostra che non si tratta di una corrente d'aria portata dall'anello, come si sarebbe tentati di credere, ma di un vortice d'aria che il fumo rende soltanto piú facilmente visibile.

Fig. 37. La camera fumogena.

Fig. 38. Costruzione della camera fumogena.

Utilizzeremo questo vortice per spegnere una fiammella a distanza. La distanza può arrivare fino ad un metro, basta che il cubo abbia almeno 15 cm di lato e che si picchi abbastanza energicamente sulla parete. Se sistemiamo il cubo fuori vista e lo affidiamo ad un amico, che lo metterà in azione ad un segnale convenuto, la fiamma sembrerà proprio spenta ad opera degli spiriti.

Potete cosí mettere in scena il seguente trucco piú elaborato. Dipingete attorno all'apertura del cubo tanti cerchi concentrici, in modo da simulare un bersaglio. Ponete una candela sulla linea di tiro ed annunciate agli spettatori che con un solo colpo di rivoltella non solo colpirete il centro del bersaglio, ma spegnerete anche la candela.

Affidate ad un amico l'incarico di tenere il cubo; l'amico, che deve essere naturalmente al corrente, fingerà di avere paura; gli farete capire che non c'è assolutamente pericolo, perché siete tiratore provetto e perché comunque la pallottola non potrà passare attraverso la parete posteriore del cubo. Vi allontanate poi ad una certa distanza e sparate (naturalmente a salve) contro il bersaglio; l'amico nello stesso momento darà un colpo secco alla parete posteriore del cubo, griderà dallo spavento e farà vedere una pallottola che — cosí affermerà — è passata attraverso il cubo. Tutta la messa in scena è fatta per impedire che il pubblico si accorga della parte avuta dall'amico nello spegnimento della fiamma.

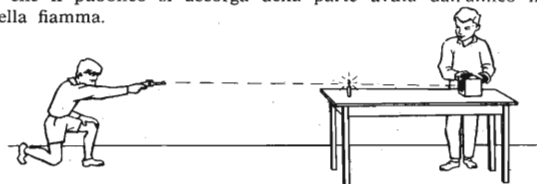



Fig. 39. Lo sparo attraverso la fiamma.

Lo specchio rotto e ricomposto.

Annunciate che possedete uno specchio fatto di vetro speciale, a prova di pallottola. Lo specchio è appoggiato al muro; dite che gli sparerete contro e che il drappo con il quale lo coprite dovrà servire unicamente per trattenere i frammenti se disgraziatamente lo specchio non dovesse resistere alla pallottola. Allontanatevi di qualche metro, sparate e togliete il drappo: lo specchio è evidentemente rotto e gli spettatori si divertiranno un mondo alle vostre spalle.

Dimostratevi seccati e delusi per l'insuccesso, ricoprite lo specchio con il drappo e sparate un'altra volta. Togliete nuovamente il drappo: con grande sorpresa di tutti, lo specchio è di nuovo intatto.

Ecco il trucco: Al muro sono appoggiati non uno, ma due specchi di uguale grandezza. Sullo specchio piú vicino al muro avrete disegnato, con un pezzo di sapone tagliato a cono, la caratteristica stella irregolare del vetro infranto da una pallottola. Dopo il primo colpo di rivoltella toglierete, insieme al drappo, anche il primo specchio; apparirà dunque il secondo, con i segni della rottura. Dopo il secondo colpo, invece, toglierete soltanto il drappo, ed apparirà lo specchio intatto.

La rosa rivelatrice.

A chiusura di serata offrite ad uno degli spettatori una rosa bianca, raccomandando di metterla subito in un bicchiere o in un vaso non appena arriverà a casa. Avvertite anche che si tratta di una rosa rivelatrice, che segnalerà ogni bugia o cattiva azione del proprietario con manifestazioni di carattere soprannaturale.

Si tratta in verità di una rosa rossa che avete precedentemente decolorata esponendola ai fumi dello zolfo acceso. Tale decolorazione è passeggera, ed il proprietario si meraviglierà non poco quando, il mattino seguente, vedrà la sua rosa bianca diventata rossissima.

Inchiostri simpatici.

Gli inchiostri simpatici danno scritture invisibili che appaiono soltanto se esposte all'azione del caldo o di reagenti chimici. Esistono varie ricette per questi inchiostri: i piú semplici sono composti di aceto, succo di limone, succo di cipolla, latte, acqua zuccherata, soluzione di allume di rocca ecc. ecc.

Questi inchiostri si usano con pennini puliti; gli scritti si lasciano asciugare completamente prima di chiuderli nella busta. Il destinatario, per far apparire lo scritto, dovrà scaldare il foglio con un ferro da stiro caldo o sopra un fornello elettrico. Gli scritti fatti con aceto e con acqua zuccherata si rivelano anche cospargendo il foglio di cenere e strofinandola leggermente su tutta la superficie.

Le bolle di sapone.

Esperimenti con bolle di sapone? vi chiederete. Ebbene, sí, ed anche tanti, e piuttosto divertenti.

La miscela adatta si ottiene sciogliendo 15 grammi di sapone duro in un quarto di litro d'acqua al quale si aggiunge qualche goccia di glicerina. Per avere delle bolle particolarmente resistenti, si aggiunge anche una soluzione di un cucchiaio di zucchero caramellato sciolto in un bicchiere di acqua calda. In luogo delle solite cannucce, conviene usare dei tubetti di carta da giornale, con un diametro di 15 mm circa; la carta da giornale è imbevuta di liquido e le bolle sono perciò continuamente alimentate, a tutto vantaggio della loro resistenza.

Foto 2-5. Sorprendenti esperimenti con bolle di sapone. La bolla rimbalza sulla racchetta come una pallina di gomma, si lascia mettere al guinzaglio, e perfino attraversare senza scoppiare!

TAV. III **Foto 6.** Eccolo, il nostro acrobata!

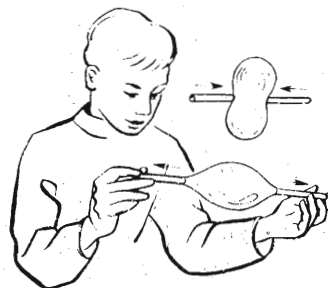



Fig. **40.** Come si può deformare una bolla di sapone senza farla scoppiare.

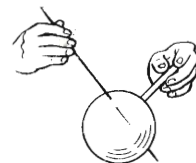



Fig. **41.** La bolla di sapone trapassata da un ago da calza.

Le bolle di sapone sono il simbolo stesso della fragilità; ciò è comprensibile, sapendo che la loro parete ha uno spessore di pochi centesimi di millimetro, eppure queste bolle dimostrano anche una notevole resistenza. Con un secondo tubetto di carta, inumidito con la medesima acqua saponata, si può dare alla bolla qualsiasi forma: schiacciarla, allungarla (fig. **40**) e cosí via.

Qualsiasi oggetto bagnato di acqua saponata permette di maneggiarla a piacere; si può trapassarla da parte a parte con un ago da calza (fig. **41**), penetrare nell'interno della bolla con un dito ecc. Inumidendo il bordo di un bicchiere o di una scodella, la bolla si forma con particolare facilità (fig. **42**). Infilando un tubetto nell'interno della bolla e soffiandovi, si formerà una bolla dentro l'altra (fig. **43**).

La figura **44** illustra un altro esperimento. All'estremità di uno spago si lega una piccola croce di carta inumidita con acqua insaponata. Appoggiando la crocetta su una bolla di sapone e ritirando cautamente il tubetto, la bolla rimarrà attaccata alla crocetta. È anche interessante osservare l'unione di due bolle (fig. **45**). La parete di separazione tra le due bolle è sempre perfettamente piana, sia tra due bolle di diametro uguale che tra bolle di diametro differente. Il fenomeno mette in evidenza la tensione di superficie che sta alla base della formazione delle bolle di sapone e fa in modo che la superficie sia sempre quella minima possibile.

È poco noto che la bolla di sapone, generalmente tanto delicata, è invece poco sensibile al contatto con le superfici pelose. Una racchetta di cartone, rivestita di panno, tessuto, di lana o feltro, permette di fare rimbalzare a piacere, sia pure con una certa cautela, la bolla di sapone. Mettendovi i guanti di lana potrete trattare le bolle anche con le mani. Esse rotoleranno sul dorso della mano e sulla manica come una palla di gomma, possono esser perfino rilanciate (vedi anche tavola II) ecc. Facendo delle bolle di sapone in un locale freddo esse tenderanno a salire, perché l'aria contenuta in esse è piú calda e perciò piú leggera di quella esterna. Anche l'aria calda vicina alla stufa porta le bolle rapidamente in alto.

Per chi si dedica alla costruzione di aeromodelli, le bolle di sapone sono utili perché mettono bene in evidenza le varie correnti d'aria e le loro leggi: seguono le correnti ascensionali che si formano sopra l'asfalto caldo della strada, indicano, se spinte da un vento debole, i mulinelli, i risucchi, le deviazioni e gli spostamenti causati da ostacoli vari al libero fluire dell'aria, ecc.

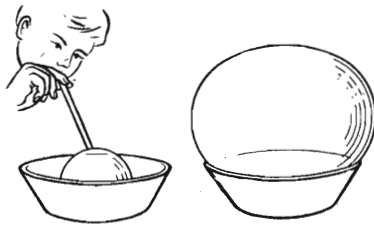



Fig. 42. Bolla gigante sulla scodella.

Fig. 43. Una bolla di sapone dentro l'altra.

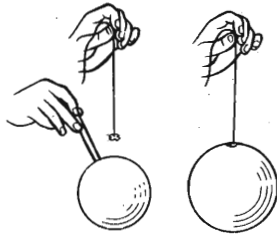



Fig. 44. La bolla di sapone attaccata al filo.

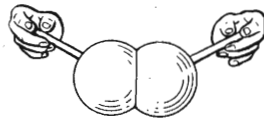



Fig. 45. L'unione di due bolle.

Come è noto, le bolle di sapone possono anche mostrare lo splendido fenomeno dell'iridescenza, spiegato scientificamente soltanto nel secolo scorso e dovuto alla particolare natura della luce. Esso ha luogo quando lo spessore della pellicola, in seguito all'evaporazione dell'acqua o all'aumento di diametro della bolla, cade al disotto di un certo minimo.

La fine della bolla di sapone è dovuta all'evaporazione dell'acqua; perciò le bolle resistono piú a lungo in atmosfera umida e fredda che non in locali riscaldati oppure, in genere, d'estate.

II. LAVORI CON UTENSILI SEMPLICI

Chissà quante volte avete sostato davanti alla vetrina di un negozio di giocattoli ammirando le belle cose che vi erano esposte. Automobiline luccicanti, modelli di treni, precisi fino all'ultimo dettaglio, modelli di imbarcazioni, di aeroplani, scatole di costruzioni, articoli sportivi; tutte cose che entusiasmano ogni ragazzo. Ma non è facile fabbricarsi da sé questi giocattoli meccanici, anche se non è impossibile, come vedremo nei capitoli che seguono; occorrono tuttavia molta abilità, esperienza e svariati utensili e materiali.

Intanto, però, si possono costruire giocattoli divertenti anche con materiali piú semplici, e tenteremo di darvi qualche istruzione nel capitolo che segue. Certamente avete già una sega da traforo ed un trapano, oltre al martello e alla tenaglia; occorrerà, in qualche caso, anche una sega del tipo detto « gattuccio », una raspa per legno, un trapano a mano, una lima piana e un paio di forbici per lamiera. I materiali sono generalmente i seguenti: listelli di legno dolce, assi e tavole, legno compensato, carta, cartone, lamierino e filo di ferro. Per il monopattino e il bob servirà inoltre qualche pezzo di ferro piatto.

I modelli illustrati sono soltanto degli esempi. Quasi tutti possono essere variati a piacere, ingrandendo le misure o cambiando i particolari. Una volta fattavi l'esperienza necessaria, potrete costruire altri giocattoli secondo le vostre idee; e se qualche volta non riuscirete ad andare avanti, il babbo o il fratello maggiore vi daranno volentieri una mano.

Giocattoli semplici

Il ginnasta alla sbarra.

È un giocattolo di facile costruzione ed è molto divertente, perché il ginnasta riesce a fare gli esercizi piú complicati. Tagliate da un listello di 6 × 12 mm due pezzi da 20 cm ed uno da 6 cm, ed inchiodate il pezzo corto, con due chiodini per parte, tra i due pezzi lunghi, in modo da formare una « H » (figg. **46-48**). Nelle estremità superiori di ciascuno dei due pezzi lunghi avete prima praticato due fori, uno sotto l'altro, esattamente in corrispondenza. Secondo le misure della figura **47** ritagliate poi in cartone sostenuto il corpo, le braccia e le gambe del ginnasta, e forate nei punti segnati. I pezzi sono congiunti con filo di

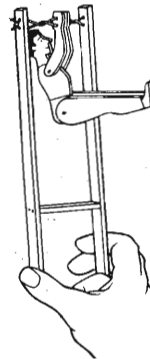



Fig. 46. Il ginnasta alla sbarra.

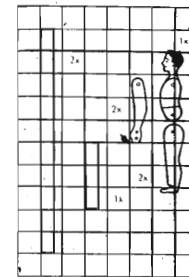



Fig. 47. Disegni di costruzione per i singoli pezzi.

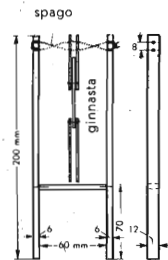



Fig. 48. Il ginnasta visto di fronte e di profilo.

ferro, che si fa passare attraverso i fori piegandolo poi da ambo le parti ad angolo retto, sopra piccoli spessori che poi si tolgono e che permetteranno alle giunture di restare mobili. Uno spago, passato per i fori dei listelli e delle mani del ginnasta, è legato all'esterno di uno dei listelli in modo che sia abbastanza teso; poi si fa fare al ginnasta un giro intero. Premendo ora con la mano le altre estremità dei listelli, il ginnasta farà le più difficili evoluzioni sulla « sbarra fissa » costituita dallo spago; farà, per esempio, « la ruota gigante », « la piccola ruota », il passaggio della gamba sopra la sbarra, ecc.

L'allegro nuotatore.

Nelle figure **50** e **51** sono illustrati i singoli pezzi necessari. Il pezzo « corpo piú gamba » viene ritagliato due volte in una tavoletta di legno dolce di 5 mm di spessore (può andare bene anche un listello di 5×40 mm). Dalla medesima tavoletta si ricavano anche le braccia (due pezzi). La testa deve invece essere ritagliata in una tavola di 10-12 mm di spessore. I fori nelle due parti « corpo » devono venire fatti con un'unica trapanatura, tenendo insieme i due pezzi, e cosí i fori nelle braccia. Puliamo ora tutto con carta vetrata, dopo aver limato un poco tutti gli spigoli che dovranno essere volti verso l'esterno, e dipingiamo ogni pezzo con vernice trasparente per evitare che il nuotatore, rimanendo in acqua, si gonfi. Da una lamiera sottile (ricavabile da una scatola di conserva) tagliamo ora due striscette di 6×15 mm, che ricevono nel centro un foro di diametro 2,5 mm, e nelle estremità dei piccoli fori per i chiodini. Inchiodiamo poi i due pezzi di lamiera esternamente sui pezzi « corpo »; il foro deve corrispondere esattamente al foro nel legno. Attraverso questi fori passerà l'alberino che porterà le due braccia.

L'alberino viene ricavato da un chiodo di 35 mm di lunghezza e di diametro un po' inferiore a 2,5 mm. A circa 11 mm dalla testa, facciamo con la lima una piccola tacca nel chiodo, per creare la sede del filo di trasmissione.

Possiamo ora montare il nuotatore (figg. **52** e **53**). Passiamo prima il chiodo attraverso una delle braccia, affondando un po' anche la testa nel legno per fissarlo bene. Poi infiliamo una rondella o una perlina di vetro, e quindi uno dei pezzi « corpo ». La tacca praticata prima, deve ora trovarsi un po' fuori del legno; vi fissiamo un filo sottile ma molto resistente, lungo 20 cm circa. Il nodo viene assicurato passandovi un po' di colla di pesce. Infiliamo poi il secondo pezzo « corpo »; tra i due pezzi corrispondenti, sistemiamo la testa ed inchiodiamo i tre pezzi di legno con chiodi sottili. Infine, infiliamo un'altra rondella o perlina e il secondo braccio, quest'ultimo in modo che l'alberino possa girare ancora comodamente. Le due braccia guardano in direzioni opposte e non devono naturalmente toccare il corpo.

Come si vede dal disegno, dobbiamo ancora fare due piccole carrucole, tagliandole da un tondino di legno e praticando le scanalature con una piccola lima a sezione tonda (fig. **51**). Il foro per il chiodo deve essere preciso e centrato; le carrucole vanno anch'esse verniciate (anche nell'interno del foro! tenerlo presente quando si sceglie la punta del trapano). Dalla figura **52** si vede dove bisogna fissare le carrucole: tra i piedi e un po' sotto l'alberino.

La molla è costituita da tre elastici comuni ed è fissata ad un chiodo tra le ginocchia del nuotatore; poi passa sopra la carrucola superiore. Il filo passa invece sotto la carrucola inferiore; il nodo si trova perciò tra le due carrucole. Tutto il sistema deve essere già un po' in tensione quando si fa il nodo; tagliamo il pezzo di filo che cresce.

Il nuotatore si carica tenendolo con la sinistra per le gambe e girando una delle braccia coll'indice destro finché l'elastico arriva all'alberino. Messo nell'acqua, il nuotatore inizierà allegramente la sua traversata, voltandosi con ogni

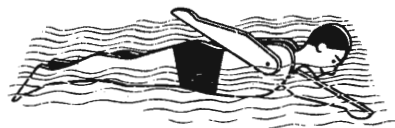



Fig. 49. Il nuotatore in azione.

Fig. 50. Le singole parti del nuotatore.

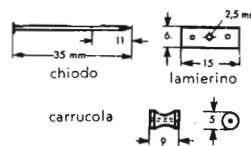



Fig. 51. Alberino fatto con un chiodo; striscetta di lamiera; carrucola.

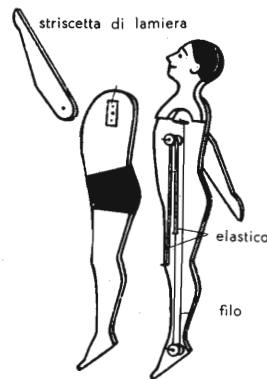



Fig. 52. Montaggio del nuotatore.

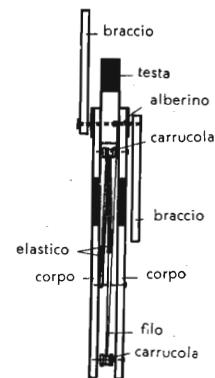



Fig. 53. Il nuotatore montato, visto dal dietro.

bracciata verso destra o verso sinistra, avanti o indietro, a dorso o a stile libero, secondo il senso di rotazione che abbiamo dato caricando la molla e il modo in cui abbiamo messo in acqua il nuotatore. Se le braccia, invece che in direzioni opposte, sono state montate nella medesima direzione, il nuotatore andrà « a rana ».

Qualche volta il nuotatore ha tendenza a rovesciarsi; in questo caso basta fissare un pezzettino di piombo tra i due pezzi « corpo », nella posizione voluta. Se tutto funziona bene, dipingiamo le mutandine da bagno e la faccia con colori all'olio. Conviene inoltre ingrassare un po' le parti metalliche per evitare la ruggine.

Il pappagallo sul suo trespolo.

Il pappagallo viene ritagliato in legno compensato da 5-10 mm di spessore, in dimensioni che possono essere da 4 a 6 volte superiori a quelle del disegno (figura **54**). In un piccolo taglio praticato col seghetto, si fissa il piedino **F** fatto di lamiera sottile (se occorre, mettere una goccia di colla liquida). Un pezzettino di piombo nella coda garantisce l'equilibrio, controllabile ponendo il pappagallo sul bordo del tavolo: l'animaletto deve assumere la posizione illustrata nella figura. Dandogli un colpetto sulla coda, il pappagallo si mette a dondolare e continua per un bel po' di tempo. Come rifinitura, dipingiamo il pappagallo con colori vivaci e fabbrichiamogli un sostegno con un ramo sporgente (fig. **55**).

Figg. 54-55. Il pappagallo e la sua costruzione.

Il pagliaccio equilibrista in bicicletta.

Nella figura **56** si vede un pagliaccio che pedala su un filo sospeso, aiutandosi con un'asta di equilibrio. Le gambe sono mosse dalla pedivella e poiché basta un'inclinazione minima del filo per farlo correre, si ha proprio l'impressione che sia il pagliaccio a pedalare.

Nelle figure **57** e **58** sono illustrati i singoli pezzi. I pezzi (1), (3), (4), (5), (7) e (9) sono di legno compensato da 3 mm, il pezzo (2) di legno compensato da 8 mm (o di due strati da 4 mm). Le parti (6) e (8), in cartoncino bianco da 1 mm, vengono incollate sulle due facciate dei pezzi (7) e (9), formando cosí le ruote, che ricevono un foro centrale del diametro di 1 mm. I raggi sono disegnati con inchiostro di china, nero su bianco, oppure (come in fig. **56**) si tingono le ruote e si lasciano in bianco i raggi.

Il corpo (2) viene incollato con cura tra i pezzi (1) che ricevono i fori per gli alberini delle ruote (diametro 1,5 mm). L'asse anteriore è costituito da un pezzo di filo di ferro di 1,2 mm di diametro e 65 mm di lunghezza; lo passiamo attraverso la forcella ed il mozzo e pieghiamo le estremità in modo di formare le due pedivelle (fig. **58**). Le parti (4) e (5), che costituiscono le gambe, vengono collegate con chiodini in modo tale da restare ancora facilmente movibili; i piedi ricevono un foro di diametro 1,5 mm ciascuno per le pedivelle. Poi si fissano le gambe sul corpo, sempre in modo tale da garantire la mobilità perfetta delle giunture.

L'asse posteriore è formato da un filo di ferro di diametro 1,2 mm e di lunghezza 15 mm, che si fa passare attraverso forcella e mozzo.

Per finire, incolliamo le due braccia sul corpo e passiamo attraverso i fori

delle mani un filo di ferro di diametro 1,5 mm e di lunghezza 75 cm, esattamente centrato e piegato simmetricamente dalle due parti; alle estremità fissiamo due sfere di legno di diametro 3 cm, forate da parte a parte.

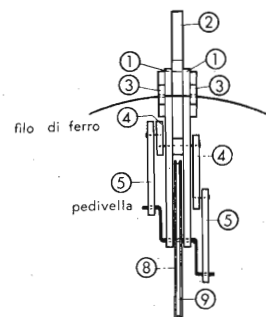



Fig. 58. Il pagliaccio visto di fronte; si osservi la curvatura delle pedivelle.

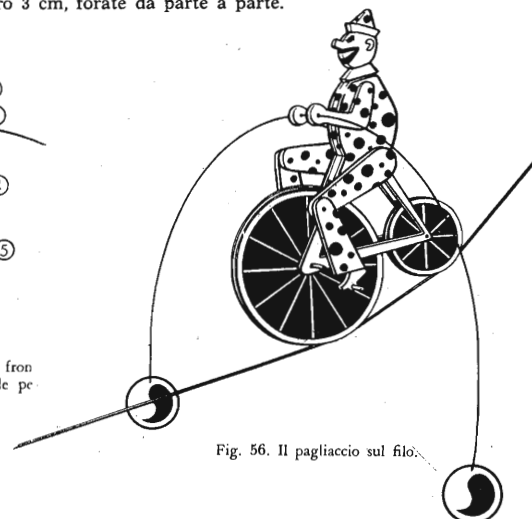



Fig. 56. Il pagliaccio sul filo.

Per equilibrare il ciclista, conviene metterlo sull'angolo del tavolo e bilanciare esattamente il filo di ferro e le sfere di legno; queste ultime devono trovarsi il piú possibile sotto le ruote, perché altrimenti il ciclista tende a rovesciarsi facilmente.

Il filo è costituito da una cordicella da 1,5 mm, meglio se intrecciata o ritorta (se troppo ruvido, lo spago fa rovesciare il ciclista), e viene teso con leggera pendenza tra due ganci, maniglie di porta o di finestra, ecc., o anche all'aperto. Può essere lungo fino a 20 metri. Quando il pagliaccio è arrivato al punto piú basso, solleviamo il filo: il pagliaccio rifarà la strada pedalando all'indietro. Per finire, dipingeremo il giocattolo in colori vivaci, per esempio in bianco e con palline verdi o rosse, come il pagliaccio della tavola III.

Fig. 57. I 15 pezzi necessari per la costruzione.

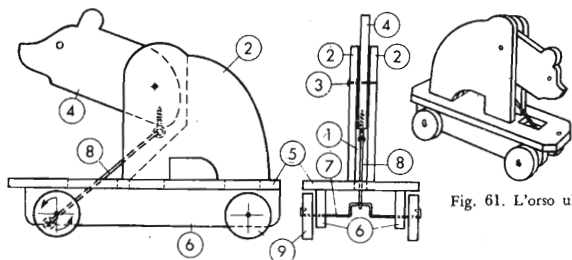



Fig. 59. Come si fissa la biella sull'asse anteriore e sul collo.

Fig. 60. L'orso visto di fronte.

Fig. 61. L'orso ultimato.

L'orso a rotelle.

Questo è un giocattolo che divertirà moltissimo i piú piccoli: si tratta di un orso (o un altro animale) montato su ruote, il quale tirato con una cordicella, alza e abbassa la testa (fig. **61**). Il corpo, è costituito da due pezzi (2) ed un pezzo (1) tutti di legno dolce di 1 cm di spessore, che vengono incollati insieme (figg. **59-60**). I pezzi (2) hanno ciascuno due sporgenze rettangolari che entrano nelle apposite fessure della piattaforma (5); un'altra fessura nella piattaforma servirà per lasciar passare la biella (8). Due listelli (6), inchiodati sotto la piattaforma, portano i due assi di filo di ferro da 1,5 mm di diametro, di cui quello anteriore deve essere curvato, nel centro, a doppio gomito. Le ruote, fatte sempre di legno dolce da 1 cm, vengono infilate sulle estremità sporgenti degli assi; le punte dei fili di ferro vengono piegate ad angolo retto e sprofondate nelle ruote. Il pezzo (4) (testa e collo dell'animale), in legno dolce da 8 mm, viene fissato con un chiodo passante dopo aver avvitato un anello di ottone nella sua parte inferiore. La biella (8), un filo di ferro opportunamente piegato ad anello quasi chiuso ad ambedue le estremità, viene poi infilata sia nell'anello di ottone sia nel doppio gomito dell'asse anteriore.

Il calcio da tavolo.

Questo è un gioco che ci servirà per far passare le giornate di pioggia. Nella sua forma piú semplice, esso consiste soltanto di quattro giocatori (due all'at-

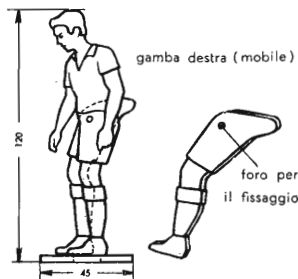



Fig. 62. Giocatore. A destra: la gamba mobile.

Fig. 63. Portiere con manico.

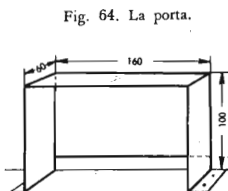



Fig. 64. La porta.

tacco e due portieri). Le figure sono di legno compensato di 6-8 mm di spessore. La gamba destra dell'attacco è ritagliata a parte e fissata al corpo mobilmente con un chiodino; il piede destro poggia su una tavoletta di legno che permette al giocatore di stare in piedi. Per « tirare », si appoggia il pollice sulla tavoletta e si dà un colpetto secco sulla sporgenza in alto della gamba destra. Il portiere è montato anch'esso su una tavoletta e viene tenuto con un robusto filo di ferro di 20 cm di lunghezza, terminante in un anello. La pallina, di legno o sughero, ha 16-20 mm di diametro. Le porte sono delle semplici scatole di cartone, dalle quali abbiamo ritagliato un fianco (tranne due bordi che, piegati all'esterno, permetteranno di fissarle con puntine da disegno sul tavolo) e il fondo (tranne una striscia che mantiene la stabilità della scatola) (fig. **64**). Infine, il campo da gioco è costituito da un foglio di carta da imballo, fissato con altre puntine; le dimensioni del campo dipendono dal numero dei giocatori che si vogliono far partecipare alla partita.

Fig. 65. Il quadrato magico.

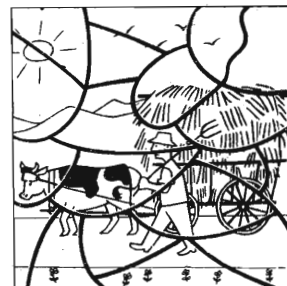



Fig. 66. Esempio di disegno per un incastro.

Fig. 67. Pezzo singolo.

Il quadrato magico.

Per fare il quadrato magico, occorre una scatoletta quadrata con bordi un poco rialzati, ed una tavoletta di legno di 6-8 mm di spessore, tagliata in modo da poter entrare esattamente nella scatola. La tavoletta deve essere poi tagliata con precisione in 16 quadratini uguali, dei quali 15 vengono numerati progressivamente (il sedicesimo lo mettiamo da parte per il caso che perdessimo uno dei primi quindici).

Mettiamo ora i 15 quadratini senza ordine nella scatola (fig. **65**); il gioco consiste nell'ordinarli spostandone sempre uno alla volta. Chi impara a prevedere ed a predisporre le varie posizioni, arriverà abbastanza presto al termine.

L'incastro.

Una carta geografica, un quadretto o un disegno, incollato su una tavola di legno compensato (3 mm), è tagliato in un certo numero di pezzi irregolari (figg. **66-67**),

senza punte troppo lunghe od acute che si romperebbero con facilità. I pezzi devono poi essere ricomposti; se si tratta di una carta geografica, il giuoco è, oltre che divertente, anche istruttivo.

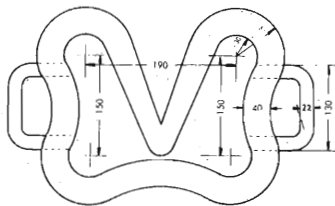



Fig. 68. Sagoma per il gioco della pallina, in legno compensato.

Giochi di abilità (tav. IV).

Facilissimo a costruire è il *gioco della pallina*, che consiste in una sagoma ritagliata in legno compensato (5-6 mm) con due manici incollati per tenerla orizzontale. Il giocatore deve far percorrere la pista da una pallina di metallo, movendo leggermente la sagoma; con un po' di allenamento si riesce a farlo per parecchie volte di seguito. La pallina può anche essere di vetro, purché perfettamente rotonda; deve avere un diametro di 10-15 mm.

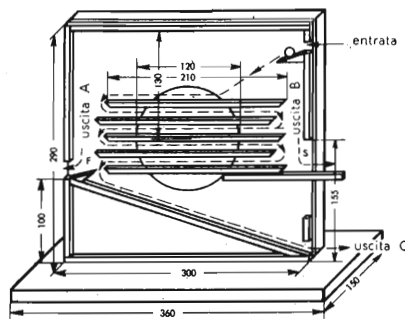



Fig. 69. Gioco dei tornanti, con disco girevole.

Fig. 70. Come fissare il disco girevole.

Piú difficile a farsi è il *gioco dei tornanti* (fig. **69**). Un telaio di legno ha come fondo una tavola anch'essa di legno e come coperchio una lastra di vetro. Nell'interno del telaio è sistemato un disco girevole con cinque listelli paralleli, di cui uno è prolungato, attraverso un'apposita apertura, verso l'esterno, oltre il telaio. Nel telaio vi sono altre tre aperture: una di entrata, in alto, e due di uscita, **A** e **C**, collegate con un listello diagonale. I cinque listelli sono fissati sul disco in modo di sporgere alternativamente a destra ed a sinistra. Lasciando cadere una pallina nell'apertura di entrata, essa cade sul primo listello; manovrando il disco con abilità, si può far percorrere alla pallina l'intero percorso fino all'uscita **C**. Ogni sbaglio fa cadere invece la pallina o a sinistra sulla guida **F** e nell'uscita **A**, oppure sulla leva di movimento e attraverso l'apertura **S**.

Il fondo è costituito da una tavola di 17-20 mm nelle misure indicate, ricoperta da legno compensato (5 mm) nel quale è stata praticata un'apertura circolare. Il disco è del medesimo legno compensato e deve combaciare esattamente con l'apertura circolare; nel centro ha un foro per il chiodo che servirà da asse. I cinque listelli sono a sezione quadrata (8 mm), la loro distanza è di 10 mm. Le sporgenze devono essere almeno di 10 mm; maggiori sono, e piú facile diventa il giuoco. Anche la leva di movimento è fatta dallo stesso listello; essa deve sporgere di 3 cm dal telaio. Il foro centrale viene prolungato anche attraverso il listello centrale che lo ricopre, ed il disco fissato con un chiodo nel centro dell'apertura circolare (fig. **70**).

Il telaio stesso è costituito da listelli a sezione quadrata (10 mm); in tutto occorrono sette pezzi di diversa lunghezza (fig. **69**). Altri pezzi del medesimo listello formano la guida diagonale fissa e, tagliati obliquamente, le piccole guide all'entrata ed all'uscita **F**. Sul davanti si incolla una lastra di vetro nelle dimensioni indicate; tutto il telaio è poi fissato sulla tavola che ne forma il sostegno. Per abbellire l'oggetto, si può ricoprirlo di carta colorata, riaprendo le varie fessure con una lametta da barba.

La giostra ad aria calda.

Il principio di questo giocattolo viene messo in atto anche in un ornamento da albero di Natale: una piccola elica, da montarsi sopra una candela, che, girando, fa battere i suoi pendagli contro delle piccole campane. Con lo stesso sistema si può azionare anche una giostra (fig. **71**).

Su un cartoncino sufficientemente resistente (cartone da scatola) disegnate tre cerchi concentrici di diametri 23, 20 e 4 cm. Ritagliate il disco secondo il cerchio esterno. Tra gli altri due cerchi disegnate otto raggi larghi 15 mm (fig. **72**) e tagliate con un temperino soltanto le linee piene della figura; potete cosí alzare otto palette e formare un'elica. Una striscia del medesimo cartone (fig. **75**), forma il bordo. Un semicerchio (fig. **73**) viene piegato, incollato a cono e fissato con precisione nel centro dell'elica (fig. **78**); la sua punta è forata con uno spillone.

La colonna della giostra consiste di una scatoletta rotonda di 8 cm di diametro e di un tubo di carta da disegno (fig. **74**), chiuso con un tappo di sughero incollato, nel quale infilerete un ago dalla parte della testa, in modo che sporga ancora di almeno 3,5 cm. Occorre che l'ago sia perfettamente verticale. Appoggiate ora il tetto della giostra sull'ago, centrandolo perfettamente (sarà perfettamente centrato se gira orizzontalmente senza dondolare).

Mancano ancora le figure. Ritagliatele, come da figura **77**, su carta da disegno (16 volte), riunitele a due a due con un ponticello di carta che porta l'asta (fig. **76**), ed incollate le aste sul tetto della giostra, in corrispondenza dei raggi, come si vede dalle figure **71** e **78**. Colorate il tutto a piacere.

Per far girare la giostra, basta metterla sopra una sorgente di calore (stufa, ecc.); il movimento sarà dapprima lento, poi sempre piú veloce, e le figure saranno portate dalla forza centrifuga verso l'esterno, come in un carosello vero.

Nella figura **78** si vede anche come corredare la giostra di un carillon. Passate a 4-5 cm dalla cima un bastoncino attraverso la colonna e fissate alle sue estremità due campanelli da bicicletta (coperchi). Sul tetto del carosello legate dei pezzi di filo con perline di vetro che nel movimento batteranno sui campanelli. Al posto dei bambini potete poi mettere coppie di cavalli, veicoli, o altre figure.

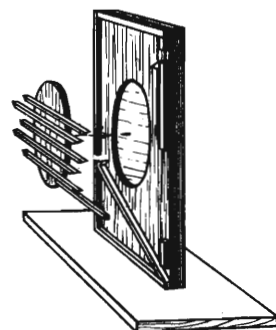
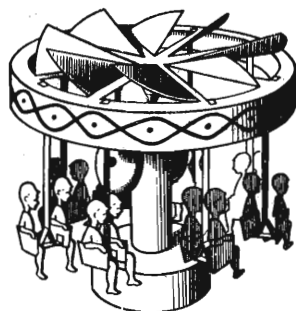



Fig. 71. La giostra ad aria calda.

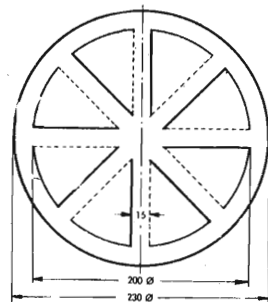



Fig. 72. Il tetto.

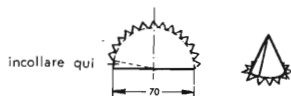



Fig. 73. Cono porta-tetto.

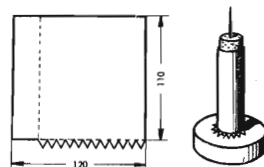



Fig. 74. Costruzione della colonna.

Fig. 75. Bordo del tetto.

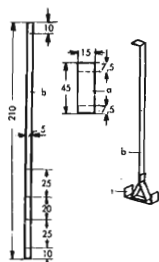



Fig. 76. Asta portasedili.

Fig. 77. Bambino.

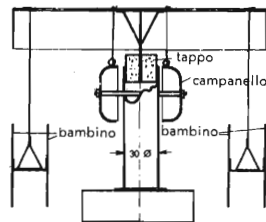



Fig. 78. Sezione della giostra con carillon.

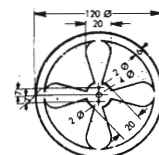



Fig. 79. Disco volante fatto di lamiera d'alluminio.

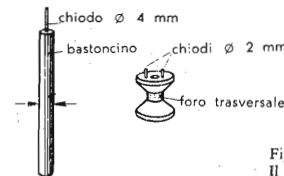



Fig. 80. Pezzi del dispositivo di lancio.

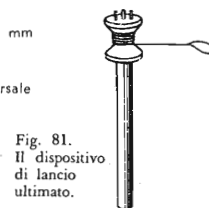



Fig. 81. Il dispositivo di lancio ultimato.

Il disco volante.

Esistono in commercio dischi volanti di plastica o di gomma, che si lanciano con un dispositivo a strappo e che raggiungono discrete altezze; otterrete risultati non meno brillanti costruendoli da voi, in alluminio (tav. V). Su una sega da traforo fissate un seghetto per metallo, ritagliate, come da fig. **79**, il disco in lamiera di alluminio (0,4 mm) e fate i tre fori indicati. Togliete le sbavature con carta smerigliata e inclinate le alette senza storcere l'anello esterno. Un tubo di gomma di 25 cm di lunghezza, tagliato per il lungo e cucito ad anello, viene infilato sopra il bordo del disco, per precauzione.

Il dispositivo di lancio consiste in un bastoncino di legno (lunghezza 13 cm, diametro 15 mm) e in un rocchetto di filo di 30 mm di altezza (figg. **80** e **81**). Nel centro del bastoncino praticate un foro; fissatevi un chiodo (diametro 4 mm), tagliatelo a lunghezza tale che sporga ancora di 4 mm dal rocchetto, e arrotondate l'estremità con la lima. Il rocchetto non deve avere gioco sul chiodo; eventualmente fabbricate un rotolino (avvolgendo della carta sul chiodo fino a raggiungere lo spessore necessario) ed incollatelo nel foro del rocchetto.

Ponete ora il rocchetto sul chiodo; metteteci sopra il disco e segnate sulla testata del rocchetto i punti in cui si trovano i due fori laterali del disco. In questi punti fissate due chiodini (diametro 2 mm); tagliateli in modo da lasciare 4 mm di sporgenza ed arrotondate le estremità con la lima. Attraverso il corpo del rocchetto praticate eccentricamente, in modo da non toccare il foro centrale, un altro foro trasversale, e fateci passare una cordicella resistente di 80 cm di lunghezza. Vicino al rocchetto, la cordicella sarà annodata perché non possa piú sfilarsi; all'altra estremità fate un piccolo cappio (fig. **81**). Arrotolate infine la cordicella sul rocchetto e mettete il disco sui tre chiodini.

Impugnate ora il bastoncino con la sinistra in modo tale che il disco si trovi all'altezza della vostra fronte ed in posizione esattamente orizzontale. Tirate con la destra energicamente la cordicella; il disco prenderà a girare rapidamente, si staccherà di colpo dal rocchetto e si alzerà verticalmente con un caratteristico ronzio. È necessario, per garantire la perfetta partenza, che i chiodini siano perfettamente verticali e paralleli, ben lisci e non troppo stretti: non vi deve essere il minimo attrito tra essi ed i fori del disco.

Il battello a ruota.

Dopo aver costruito i modelli semplici del primo capitolo, proviamo ora a fare anche un natante che si muova da sé. Costruiremo perciò un battello a ruota di tipo piuttosto semplice, come illustrato nella tavola VI: sarà un ottimo esercizio per i modelli piú complicati del capitolo X.

Lo scafo è fatto di una tavola di legno dolce (1,5 cm), secondo le misure della figura **84**. Le sporgenze che accoglieranno in seguito le ruote devono essere sagomate con la raspa, per permettere il deflusso dell'acqua (figg. **82** e **86**).

Dalla stessa figura **86** rileviamo le dimensioni di due tavolette che ritagliamo

in legno compensato (5 mm) e che vengono inchiodate rispettivamente a prua ed a poppa dello scafo; la tavoletta di poppa deve sporgere di 2 cm circa e inoltre riceve un foro per il timone, che viene costruito come da figura **85**. Il filo di ferro del timone deve passare attraverso il foro e viene poi piegato ad angolo retto.

Le ruote sono costituite essenzialmente da due tappi cilindrici di sughero (diametro 20-25 mm, lunghezza 25 mm) su ciascuno dei quali sono montate otto pale in lamiera di alluminio, secondo le misure della figura **88**. Nei tappi pratichiamo col temperino dei tagli larghi 10 mm, distribuiti regolarmente tutt'attorno al centro. I copriruota sono fatti anch'essi di lamierino di alluminio (figura **87**); dopo aver praticato i fori per l'asse (nei centri dei cerchi) e per i chiodi, pieghiamo i lamierini ad angolo retto secondo le linee punteggiate. La striscia superiore viene invece piegata a semicerchio, seguendo il bordo della parete (fig. **82**). I copriruota vengono inchiodati od avvitati sul corpo del battello in modo che le loro aperture siano rivolte verso l'esterno e che i bordi inferiori siano allineati con il fondo dello scafo. L'asse è costituito da un ago da calza (diametro 2 mm) che tagliamo a 125 mm di lunghezza. Lo passiamo attraverso i fori dei copriruota, infiliamo due rondelle per facilitare il movimento e fissiamo i tappi in posizione perfettamente centrale. A questo punto conviene smontare tutta la parte « movimento » (copriruota, ruote ed asse), verniciarla con colore ad olio e rimontarla dopo che sia perfettamente asciugata.

La forza di propulsione è fornita da due anelli di gomma di 10 cm di lunghezza ai quali annodiamo un terzo anello. L'anello doppio viene passato sopra un chiodo fissato nella parte poppiera; all'anello semplice leghiamo una cordicella sottile di 30 cm di lunghezza. La cordicella passa sopra una carrucola fissata a prua e poi legata all'asse, in vicinanza di uno dei copriruota. Si ottiene cosí che caricando il « motore », le singole spire non si sovrappongono ma si allineano una accanto all'altra (fig. **82**). La carrucola è costituita da un cilindretto di legno di 8 mm di diametro e 8 mm di lunghezza e gira su un supporto fatto di lamierino e di un chiodo. Due chiodi infissi davanti al supporto evitano la fuoruscita del filo (fig. **83**).

Le strutture sopra coperta sono fatte di cartone solido, reso resistente all'acqua da una leggera verniciatura. Dimensioni e collegamenti dei singoli pezzi risultano evidenti dalla figura **89**; le rientranze inferiori servono per il passaggio del filo tirante e dell'asse. Le strutture vengono fissate sul corpo con puntine da disegno, in modo da essere facilmente asportabili in caso di necessità (per esempio per la sostituzione dell'elastico). Possiamo ottenere la ciminiera da un tubo di carta da disegno (diametro 18 mm, lunghezza 75 mm) chiuso, nella parte inferiore, da un tappo di sughero tagliato obliquamente; essa viene incollata nel centro della struttura. Anche il ponte di comando (fig. **90**) è fatto di cartoncino ed incollato sulla struttura, davanti alla ciminiera.

Tutti gli altri particolari sono facilmente ricavabili dalle illustrazioni. La balaustra è fatta di chiodini collegati con filo metallico; l'albero, un bastoncino sottile di legno, è tenuto in posizione da tre fili, due ai lati ed uno in avanti. Fissiamo ora le bandierine, verniciamo le strutture, incorniciamo con inchiostro nero porte, finestre ed oblò, incolliamo — volendo — le ciambelle di salvataggio (anellini metallici verniciati in bianco), e il battello è pronto per il varo. Se gli elastici sono di buona qualità, la carica è data da una sessantina di giri, corrispondente ad un tragitto di 12 metri. Un'ultima rifinitura può essere data chiudendo con tavolette di legno o di lamiera i copriruota (queste tavolette naturalmente devono essere tolte quando si « carica » il motore). Se il battello dovesse risultare troppo pesante, inchiodiamo sotto il corpo alcuni listelli di legno (spessore 5 mm), i quali alzeranno la linea di galleggiamento.

Fig. 82. Sistemazione dei copriruota e delle ruote a pale.

Fig. 83. Supporto per la carrucola.

Fig. 84. Scafo del battello.

Fig. 85. Timone.

Fig. 86. Sistemazione delle tavolette per la struttura.

Fig. 87. Sviluppo del copriruota.

Fig. 88. Costruzione della ruota a pale.

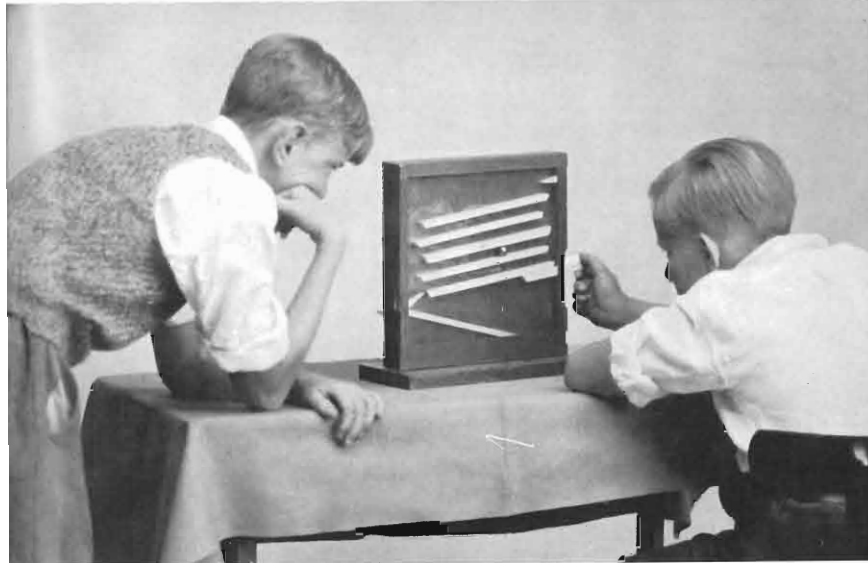
Fig. 89. Strutture: in alto a sinistra il tetto; in basso sviluppo della parete laterale.

Fig. 90. Ponte di comando.

Fig. 91. Il battello finito, con i copriruota chiusi.

Un « motore » ancora piú semplice è costituito da un peso da 300-400 grammi, legato ad un filo lungo 1 m che viene fatto passare attraverso una fessura dello scafo e fissato all'asse. Per caricare, si avviluppa il filo sull'asse; mettendo poi il battello nell'acqua, il peso scenderà, mettendo in moto le ruote.

Il battello ad elica.

La figura 92 illustra la costruzione di un modellino di battello ad elica, con il dispositivo di propulsione sistemato nella parte inferiore dello scafo. L'elica è di lamierino (scatola di conserva) ed ha, oltre al foro centrale, un forellino eccentrico a 3 mm di distanza. L'alberino è un filo di ferro lungo 5 cm (ricavabile da un comune fermaglio da ufficio), di cui un'estremità viene piegata due volte ad angolo retto. Un dischetto di legno con due fori nella medesima posizione dei fori dell'elica viene infilato su quest'estremità, e premuta contro l'elica stessa.

Giochi di abilità.
Foto 7. La pallina corre - attenzione alle curve!
Foto 8. Riuscirà a fare un altro giro?

TAV. IV

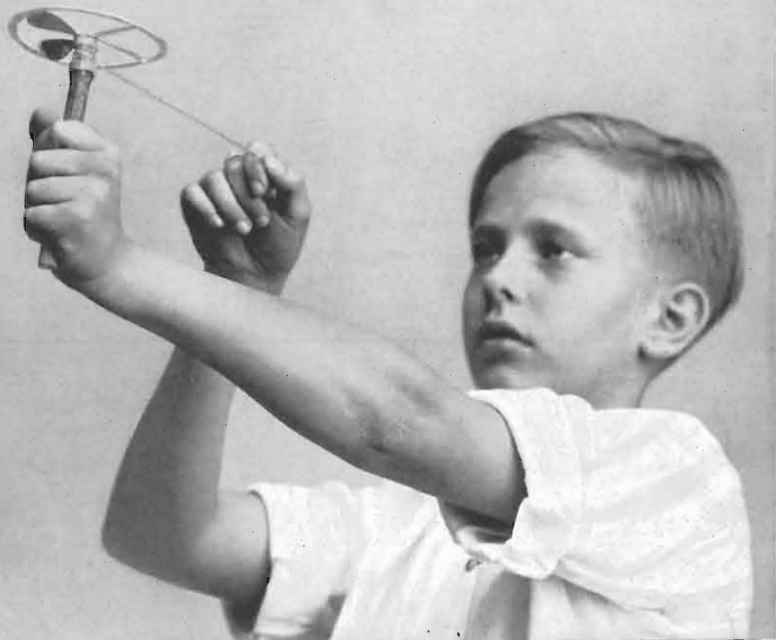



Foto 9. Cosí si fa partire il disco volante.

TAV. V

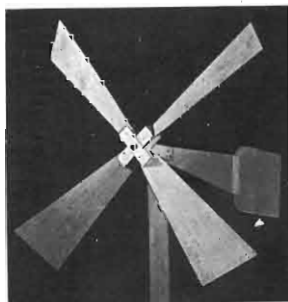



Foto 10. Ruota a vento a quattro pale.

Un cavallotto di lamiera, con due fori per l'alberino, è fissato sul corpo del battello. Infiliamo ora una perlina di vetro sull'alberino (per diminuire l'attrito), passiamo l'alberino attraverso i due fori del cavallotto e ripieghiamo l'estremità libera ad uncino. Sotto la prua avvitiamo un anellino, vi passiamo l'elastico, ne leghiamo le estremità e le fissiamo all'uncino. Dopo qualche tentativo, troveremo quanti giri possiamo dare all'elica per ottenere una carica sufficiente ed una partenza non troppo veloce. Le strutture possono essere analoghe a quelle del modello precedente, oppure — se vogliamo dare al modello l'aspetto di un motoscafo — possiamo attenerci alla descrizione del capitolo X.

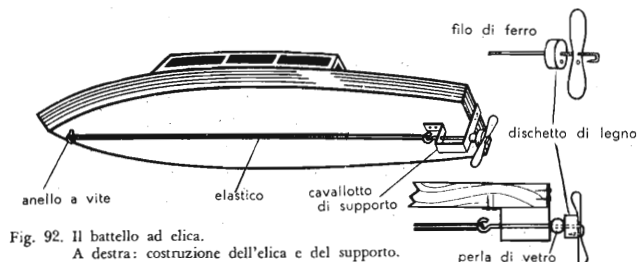



Fig. 92. Il battello ad elica.
A destra: costruzione dell'elica e del supporto.

La balestra.

Per ricavare una balestra da un unico pezzo occorre un notevole grado di abilità; la costruzione descritta in questo capitolo, invece, è basata sulla combinazione di tre strati e risulta quindi molto piú agevole (fig. **94**). Seguendo le misure della figura **93**, tagliamo i due pezzi esterni uguali (1) ed i pezzi (2) e (3) che costituiscono lo strato interno. I pezzi vengono incollati in modo che nel centro resti la fessura per il grilletto (4) e nella parte superiore la fessura per la freccia. L'incollatura deve essere fatta a regola d'arte, e i pezzi devono essere lasciati nei morsetti per un tempo sufficiente; se è possibile, devono essere anche inchiodati. Si procede poi alla raspatura ed alla rifinitura delle parti tondeggianti con carta vetrata.

Il grilletto (4) viene ritagliato in legno compensato (8 mm) od in legno duro, secondo la figura **95** (misure al naturale). Pratichiamo il foro per l'alberino (5) sul quale il grilletto dovrà liberamente girare, e fissiamo l'anellino (9) per la molla di richiamo (6) (fig. **96**). Il chiodo (8) limita il movimento del grilletto in avanti. Foriamo le parti (1) nell'esatta posizione per l'alberino (5) — un chiodo di 3 mm di diametro e 30 mm di lunghezza — (fig. **96**). Il cavallotto (7) è fatto di ferro piatto (1 mm di spessore, 12-15 mm di larghezza) e viene avvitato sul corpo. La vite anteriore fissa anche la molletta d'acciaio (6) che potrà essere fatta da noi stessi oppure acquistata in un negozio di ferramenta.

L'arco è composto di tre listelli di frassino 4×20 mm, lunghi rispettivamente 30, 50 e 70 mm (come l'arco della pag. 18). La lista piú lunga è forata alle estremità con punta 4 mm; passiamo l'arco attraverso il foro quadrato della canna e lo fissiamo con un pezzo di legno 5×20×35 mm. Soltanto ora leghiamo i tre listelli nei punti indicati dalla figura **94**, con cordicelle robuste.

Ci procuriamo poi una corda di budello 2-3 mm; essa viene passata attraverso i fori del listello esterno e legata a cilindretti di legno (4-5 mm) che ne impediscono l'uscita. Con qualche esperimento, si trova quale tensione dare alla corda.

Per concludere la costruzione di quest'arma, la coloriamo in marrone chia-

ro, la dipingiamo con vernice trasparente lucida o leggermente opacizzante e la puliamo con un panno di lana (v. parte XII « Il trattamento della superficie del legno »). Le frecce possono essere comperate già fatte oppure ricavate da asticelle di legno di 10-12 mm di diametro.

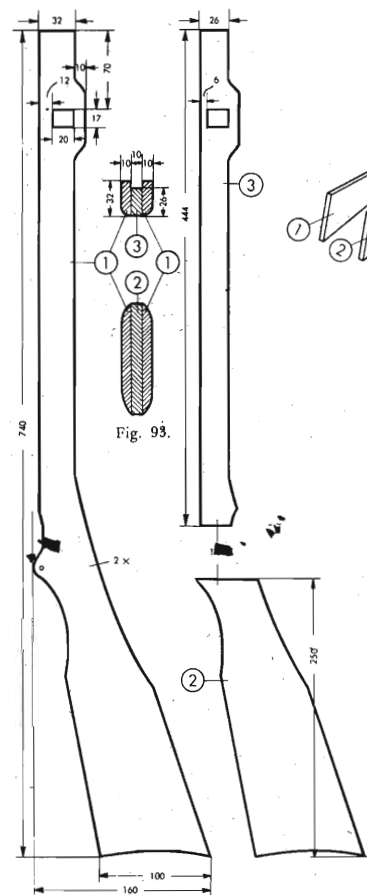



Fig. 93. I quattro pezzi che costituiscono la balestra.
Fig. 94. Come incollare i tre strati.
Fig. 95. Il grilletto in scala naturale.
Fig. 96. Sistemazione del grilletto e della molla di richiamo.
Fig. 97. Fissaggio della corda all'estremità dell'arco.

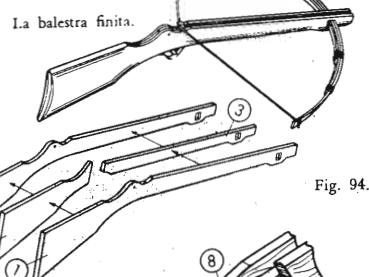
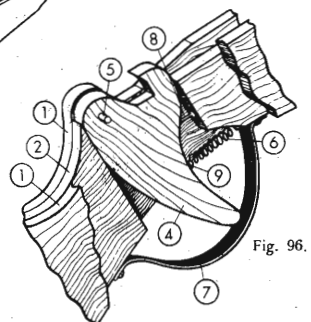
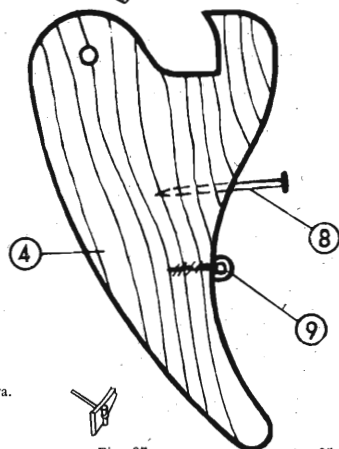
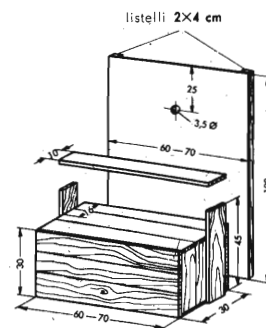



Fig. 98. Montaggio del tiro a segno.

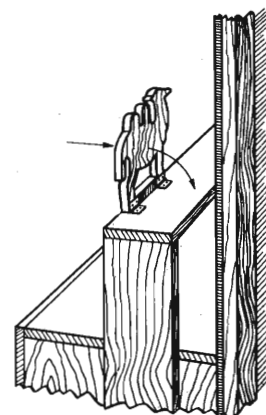



Fig. 99. Le singole figure sono fissate con cerniere.

Il tiro a segno.

Adesso, dopo aver costruito la balestra, ci serve anche il bersaglio; meglio ancora un piccolo tiro a segno. Qui ne descriveremo uno semplice, adatto anche per l'uso con fucili ad aria compressa o con pistole a proiettili aderenti. Il tiro a segno può essere messo sul pavimento o su un mobile (sedia, tavolo), è provvisto di figure ribaltabili e segnala i « centri » fatti.

Per la costruzione ci servono: una cassa di legno, di dimensioni 30×30×60 cm circa, una tavola di masonite (60×100 cm, spessore 5-6 mm), tavole e listelli di legno, cernierine di metallo. Prima del montaggio, che avviene come risulta dalla figura **98**, ritagliamo dalla tavola di masonite un foro circolare (3,5 cm di diametro); la stessa tavola viene inoltre rinforzata con due listelli 2×4 cm inchiodati sui bordi dei lati maggiori. Non è molto facile praticare il foro circolare: con la sega a traforo non arriviamo fino al centro della tavola, e dobbiamo perciò usare un seghetto a manico, oppure segnare il contorno con tanti fori trapanati e togliere poi il dischetto con un colpo secco. Fissiamo poi la tavola alla cassa mediante viti e bulloncini; inchiodiamo sulla stessa cassa il ponte (tre liste di legno larghe 10 cm). Sia sul bordo anteriore della cassa che sul ponte, fissiamo le figure ribaltabili, con cernierine di ottone, in modo tale che possano cadere indietro se colpite (fig. **99**). Le figure, non piú alte di 15 cm, sono di legno (1-1,5 cm di spessore) e dipinte sul davanti; possono essere completamente sagomate, soltanto tra i piedi deve rimanere una striscia di congiunzione.

Le figure **101-105** illustrano la costruzione dell'impianto di segnalazione per i « centri ». Un listello di legno (2) (6×15 mm di sezione, 36 cm di lunghezza) si muove entro due cavallotti (4) di lamiera, rasentando il foro circolare. Il dischetto (1) è fissato sulla tavola mediante la linguetta (6); l'altra estremità della linguetta è piegata due volte ad angolo retto e forata. Il listello (2) è inoltre provvisto di un gancio (5) e di un chiodino per l'elastico (7). In posizione normale,

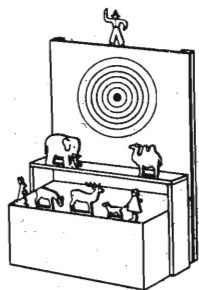



Fig. 100. Il tiro a segno pronto per l'uso.

Fig. 101. Il dispositivo di segnalazione di « centro » (visto dal retro).

Fig. 103. Il listello porta-figura.

Fig. 102. Cosí si fissa il dischetto del centro.

il dischetto si trova nel foro circolare della tavola e la parte angolata dell'uncino (5) si trova nel foro della linguetta; facendo « centro », il dischetto (1) si sposta, liberando l'uncino (5), ed il listello — tirato dall'elastico — si alza di scatto fino al punto dove il medesimo uncino (5) viene a battere contro il fermo costituito dal cavallotto (4) superiore. L'ometto (3) appare sopra il bordo del tiro a segno (fig. **105**).

Questo il funzionamento. Per costruire l'impianto, tagliamo il dischetto (1) in modo che abbia un diametro di circa 1 mm inferiore a quello del foro della tavola. Tagliamo, pieghiamo e foriamo la linguetta (6) ed inchiodiamola sul dischetto (1). Poi fabbrichiamo il listello (2), l'ometto (3) (in legno compensato sottile) ed i cavallotti (4) (in lamierino). L'uncino (5) (se non lo troviamo già fatto e provvisto di filettatura) lo possiamo ricavare da un chiodo di 2 mm di diametro e 40 mm di lunghezza, fissato nell'esatto punto del listello, decapitato e piegato ad angolo con la pinza. Inchiodiamo l'ometto sul listello e presentiamo quest'ultimo sul retro del bersaglio, nella posizione di riposo e l'uncino entra nel foro della linguetta (6); inchiodiamo ora i due cavallotti (4) nelle posizioni che risultano dalla figura **101**. Fissiamo l'elastico con due chiodi. Tutto il meccanismo deve ora scattare con un leggero colpo, dal davanti del bersaglio, sul dischetto (1). Pieghiamo ancora l'estremità della linguetta (6) a mo' di invito per l'uncino (5) (fig. **102**), per permettere che l'uncino rientri nel foro semplicemente abbassando col dito l'ometto (3). Un ultimo perfezionamento, necessario quando la linguetta non è fatta di lamiera elastica (da molla): un ponticello di legno o di lamiera, fissato sopra il dischetto (1), per impedire che in seguito al colpo ricevuto si sposti troppo indietro e incurvi la linguetta (il ponticello non è disegnato nella figura).

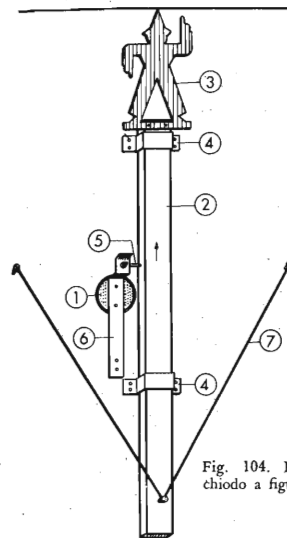



Fig. 104. Posizione del chiodo a figura abbassata.

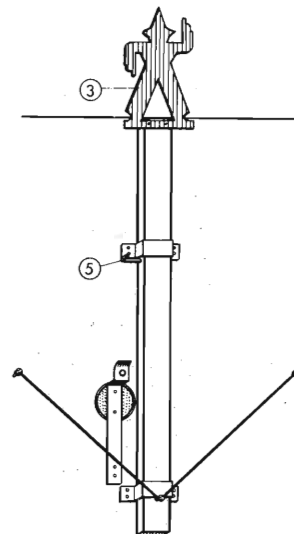



Fig. 105. Premendo sul centro, la figura si alza di colpo.

La casa della bambola.

Torniamo ora a giocattoli meno bellicosi. Alle sorelline piacerà avere una casetta per le bambole, ai fratellini un piccolo negozio. Possiamo realizzare queste costruzioni senza difficoltà, e installarvi perfino l'illuminazione elettrica. La casa della bambola illustrata qui di seguito ha tre locali ed è indicata per bambole di 9-10 cm di altezza (v. tav. VII). Tutte le dimensioni, la distribuzione dei locali, l'ubicazione delle porte e delle finestre, possono essere variate a piacere; basta tenere presente che i locali devono essere piuttosto vasti e le pareti abbastanza basse per una buona accessibilità.

Il pavimento e le pareti sono costituiti da tavole di legno dolce (12-15 mm), che costano meno e sono piú leggere di altri materiali. Il legno deve essere perfettamente asciutto e stagionato, per non dare poi delle sorprese (deformazioni e rotture). Ritagliamo le aperture per le finestre e le porte, ed inchiodiamo le pareti fra loro e (dal basso) sulla tavola che forma il pavimento; quest'ultima può anche sporgere un po' sul davanti senza pregiudicare l'estetica dell'insieme. Nell'esempio delle figure **106** e **107** il vano principale è diviso da una tramezza con porta in due vani di dimensioni all'incirca uguali; il locale di destra è suddiviso in due ambienti da una tenda. Nel locale di fondo **C** sistemeremo il bagno (con gli impianti che si trovano nei negozi) o la camera da letto. L'asta per la tenda può essere fatta di un filo di ferro (3 mm) piegato ad angolo retto alle estremità; i due gancetti cosí formati s'infilano in due anelli avvitati alle pareti (fig. **107**). La porta può essere fissata con cernierine di ottone oppure con due striscette di cuoio; i pomi sono chiodi da tappezzeria.

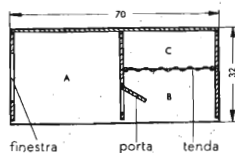



Fig. 106. Esempio di una casa di bambola a due locali (vista dall'alto).

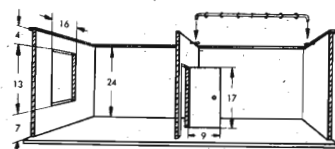



Fig. 107. Vista dal davanti.

Per ricoprire le pareti, usiamo carta da parati (in commercio si trova carta apposita per case da bambole; possiamo anche prendere della carta da parati comune, purché con disegno molto fine oppure a tinta unita). Tagliamo la carta separatamente per ogni singola parete, cospargiamo il retro con colla bianca ed applichiamo la carta, cominciando dal centro e spianandola verso i bordi con una spazzola, in modo da evitare le pieghe. Nelle misure, lasciamo sempre un centimetro di più, che serve per coprire le giunture (v. capitolo XII, « Lavori di legatoria »), come quando si ricoprono gli interni delle scatole. Quando la colla è ben asciutta, si ritagliano nuovamente le aperture (finestre e porte) con una lametta da barba. Il pavimento potrà essere ricoperto con carta a disegno di linoleum o di parquet, l'esterno con carta a disegno di mattoni, ecc. Sui bordi superiori inchiodiamo dei listelli un po' sporgenti (fig. **107**).

Le finestre vengono finite come risulta dalla figura **108**. Ritagliamo il davanzale (1) in legno compensato (4 mm) e incolliamolo nella posizione giusta. Incolliamo poi, sui bordi rimanenti, dei listelli 3×10 mm (3), leggermente sporgenti, sui quali appoggerà il vetro (4), mantenuto fisso dalla doppia crociera (5), fatta di listelli 8×8 mm tagliati con precisione e incollata nel vano della finestra. Completiamo il serramento con i bordi interni (2) (listelli 3×8 mm). Tutte queste parti in legno vengono poi verniciate in bianco. Possiamo aggiungere la « riloga » fatta anch'essa di listelli ed avvitata.

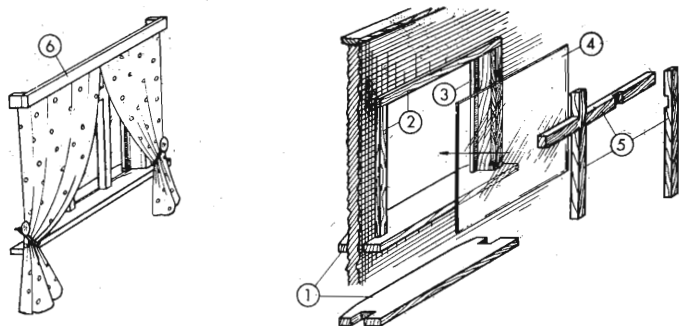



Fig. 108. Davanzale, crociera, vetro, bordo interni e riloga: una finestra perfetta.

Le figure **109-116** illustrano la costruzione dei principali mobili per la camera da letto ed il soggiorno. Usiamo di preferenza il legno compensato 4-5 mm; per il divano prendiamo una tavoletta da 10 mm. Le gambe dei mobili sono fatte di bastoncini di legno duro (diametro 3-4 mm). Il « pouf » può essere fatto con un turacciolo o con un pezzo cilindrico di legno (diametro 24-25 mm). Le parti in legno vengono non solo incollate ma anche inchiodate con punte sottili; gli specchi possono essere incollati direttamente. I mobiletti vengono poi rifiniti pulendo tutte le superfici con carta vetrata fine e dipingendole con vernice trasparente o colorata.

L'impianto elettrico può essere combinato con i vari pezzi disponibili in commercio; se sapete saldare bene, potete anche fare i singoli componenti da voi stessi. L'abat-jour è di carta trasparente; ritagliate i due pezzi **a** e **b** e cuciteli insieme con un filo di seta (fig. **117**). Le lampadine (da 4,5 Volt) sono avvitate nelle apposite portalampade con zoccolo da 5 mm; i fili vengono saldati.

La figura **118** illustra la costruzione di un lampadario a fungo. La colonna si ricava da un tubo di ottone **a** (diametro esterno 3 mm) fissato in un foro

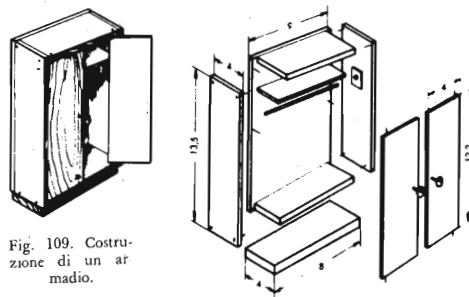



Fig. 109. Costruzione di un armadio.

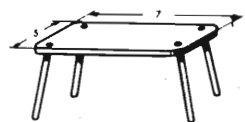



Fig. 110. Tavolo semplice.

Fig. 111. Costruzione delle sedie.

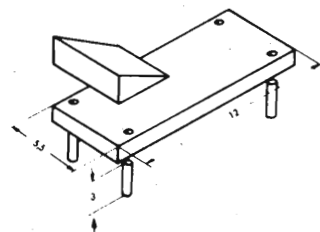



Fig. 112. Come si costruisce un divano-letto.

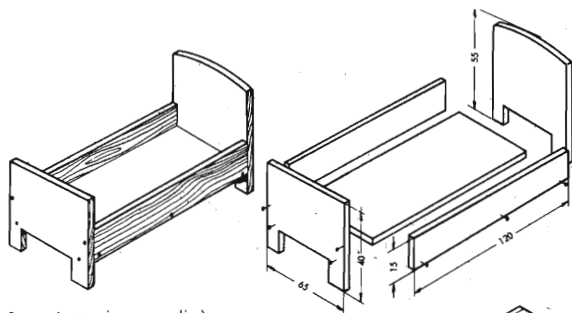



Fig. 113. Letto (costruzione semplice).

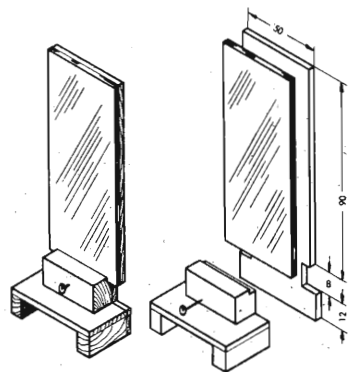



Fig. 114. Specchiera.

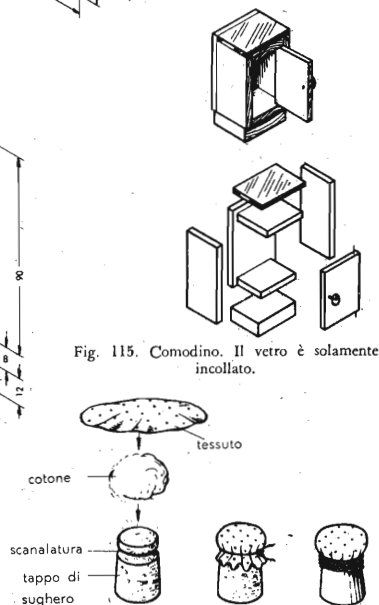



Fig. 115. Comodino. Il vetro è solamente incollato.

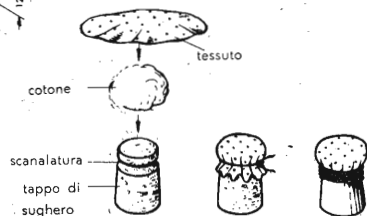



Fig. 116. Costruzione di un « pouf ».

del piede **b** (disco di compensato, sotto il quale incolliamo una grande rondella **c**, per dare stabilità all'insieme). Il portalampade **d** è infilato nella spirale **e** che costituisce la parte terminale del telaio per l'abat-jour; tutto è fatto di un unico pezzo di filo di ferro (1-1,5 mm). La parte inferiore della spirale è saldata sul tubetto. Saldiamo poi al polo centrale del portalampade un sottile filo isolato, che dovrà passare per il tubetto e ne esce da un foro vicino all'estremità inferiore. Un altro filo isolato è saldato direttamente sul tubetto; i due fili sono poi intrecciati e terminano in una piccola spina. Il portalampade è saldato nelle

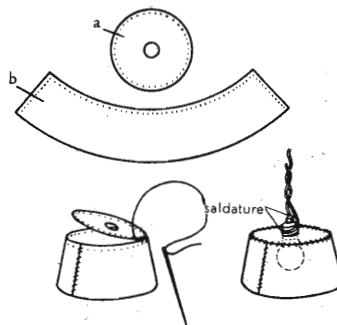



Fig. 117. Paralume. I singoli pezzi vengono cuciti insieme.

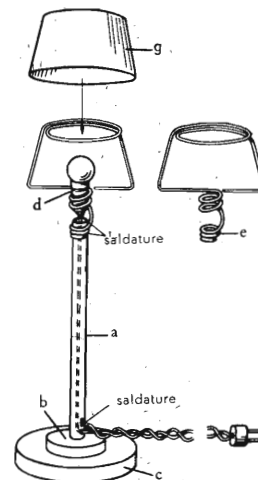



Fig. 118. Costruzione di un lampadario a fungo.

spire superiori della spirale **e**. Infine l'abat-jour di carta, analogo a quello già descritto, è incollato sul telaio.

I collegamenti elettrici e le fonti di corrente (pila o trasformatore) nonché le spine e prese sono illustrate nel capitolo VI « Il giovane elettrotecnico ». Pila o trasformatore possono essere sistemati all'esterno della parete di fondo, oppure in un piccolo spazio ricavato all'interno (per es. nel locale **C** della fig. **106**). Se scegliamo il trasformatore, dovremo collegarlo con la rete mediante un doppio filo che passerà attraverso un foro praticato nella parete di fondo. Le condutture elettriche nei vari locali sono fissate alle pareti e rese invisibili da striscette della medesima carta da parati usata per ricoprire le pareti stesse.

I lampadari sospesi possono essere di due tipi: a parete (fig. **119**) o a soffitto. Il soffitto è anche utile perché protegge la casetta dalla polvere. Lo facciamo di masonite (4 mm) e lo fissiamo sulla parete posteriore con due cerniere. Volendo, possiamo completare la casetta con un tetto di cartone o di compensato (fig. **120**).

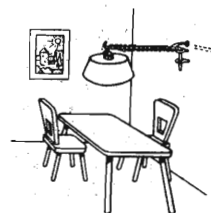



Fig. 119. Lampadario a parete, girevole.

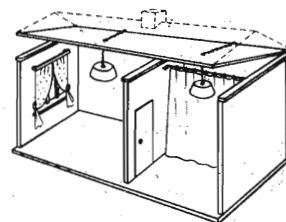



Fig. 120. Il tetto, fissato con cerniere, protegge dalla polvere.

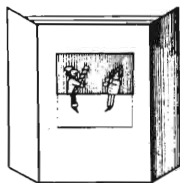



Fig. 121. Teatrino dei pupazzi.

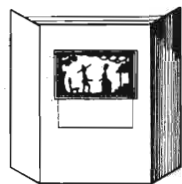



Fig. 122. Teatrino delle ombre.

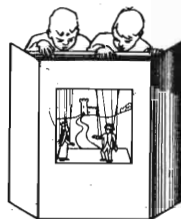



Fig. 123. Teatrino delle marionette.

Il teatrino.

Per evitarvi la difficile scelta tra il teatrino per marionette (da manovrare coi fili), per pupazzi (da manovrarsi dal basso) o per ombre cinesi, descriveremo la costruzione di un teatro universale che potremo, con pochi cambiamenti, adattare ai differenti usi (tav. VIII). Il teatrino sarà, inoltre, ripiegabile e perciò poco ingombrante.

La figura **124** mostra l'insieme della costruzione e le misure principali. La parete frontale **A** e le pareti laterali **B** sono fatte di tavole di masonite (5 mm) rinforzate con telai **D**, costituiti da listelli 2×5 cm. Anche i listelli **E**, **F**, **H** servono per rinforzo. I collegamenti tra i vari listelli sono del tipo detto « ad incastro » (v. capitolo XIII, « Lavorazione del legno »). Il palcoscenico è un rettangolo di 80×80 cm ritagliato con la sega a lama stretta per fori. Dalla parte ritagliata ricaviamo il pavimento (80×35 cm), per il teatro a marionette, ribaltabile mediante due cerniere fissate sul listello **F** e sostenuto in posizione orizzontale dalla traversa **K** (fig. **125**). La traversa **K** è fatta di filo di ferro 4 mm e possiede un'estremità ad occhiello, con la quale gira liberamente nell'anello fissato sul bordo **D**, ed un'estremità a gancio, che s'infila nell'anello **O**. Se il pavimento non serve, esso è ribaltato in alto e viene tenuto in posizione verticale da due levette **M** (fig. **126**).

Colleghiamo ora la parete frontale alle pareti laterali con due serie di tre cerniere robuste; la traversina **L** mantiene poi le pareti laterali nella posizione voluta ed è fissata solidamente alle liste **H** con giunti come quello illustrato nella figura **127**. Una serie di gancetti, fissati sulla traversina, permetterà di appendere gli sfondi; a seconda delle esigenze, si potranno usare sfondi disegnati e dipinti, provvisti di fori in corrispondenza dei ganci, o tendoni provvisti di anellini.

Il sipario può essere in due parti (fig. **128**) che si aprono verso l'esterno, oppure in un pezzo solo da arrotolarsi verso l'alto (fig. **129**). Nel primo caso, avvitiamo dalla parte interiore del listello **E** una guida per tende (disponibile in commercio) tagliata a 1,10 m di lunghezza. Ogni metà di tendone si muove su 4-5 carrucoline. Avvitiamo degli anelli (due a sinistra, uno a destra) sul li-

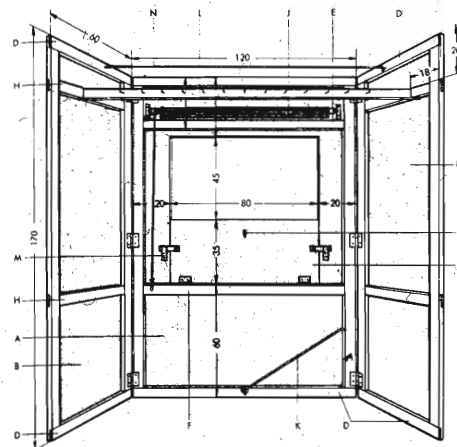



Fig. 124. Costruzione e misure del teatro ad uso universale.

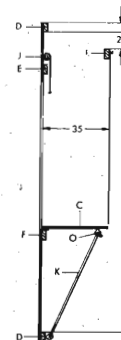



Fig. 125. La parte ribaltabile *C* ingrandisce l'apertura e forma il pavimento.

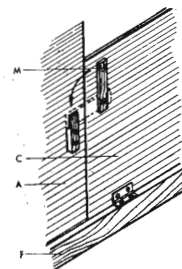



Fig. 126. Così il fondo *C* resta in posizione verticale, tenuto da levette.

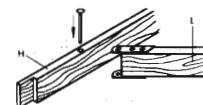



Fig. 127. Così si fissa la traversina.

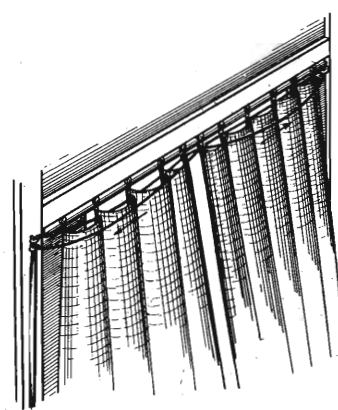



Fig. 128. Passaggi della corda per aprire e chiudere una tenda doppia.

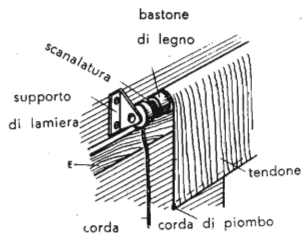



Fig. 129. Sistemazione e manovra del sipario arrotolabile.

stello **E**, in corrispondenza delle estremità delle guide; passiamo la corda come nella figura. Tirando ora l'una ora l'altra delle estremità della corda (estremità provviste di palline di legno), il sipario si chiude o si apre.

Per il sipario arrotolabile occorre un bastone di legno (diametro 1,5-2 cm, lunghezza 1 m); vicino ad una delle due estremità intagliamo la sede per la corda (fig. **129**). Il bastone gira liberamente, mediante due viti fissate nelle testate, in due supporti angolati di lamiera fissati sulla lista **E**. Il tessuto deve essere di misura precisa e viene inchiodato sul bastone; il suo bordo inferiore, cucito ad orlo, è appesantito da una cordina di piombo o da un filo di ferro. La corda è provvista di due cappi alle estremità; il primo è inchiodato nella sede del bastone, il secondo verrà infilato su uno dei ganci che opportunamente distanziati sono stati fissati sul bordo del palcoscenico. Ciò permette di mantenere poi il sipario aperto secondo l'altezza desiderata. In tutti i casi il sipario deve essere di stoffa sottile e morbida perché possa essere arrotolata bene e formi delle pieghe strette. La parete frontale viene poi dipinta o decorata adeguatamente.

Fig. 130. Come stanno seduti i manovratori dei pupazzi.

Teatrino dei pupazzi: Per questo uso il teatrino viene allestito col palcoscenico ridotto, cioè col fondo ribaltato in alto. Ciò permette ai ragazzi che manovrano i pupazzi di stare comodamente seduti (fig. **130**; non è stato disegnato il tendone di fondo per rendere piú evidente la figura). Non resta che costruire i pupazzi, che avranno le teste intagliate nel legno o modellate in cartapesta, plastilina ecc. ed i costumi fatti di resti di tessuti. È opportuno che la scena venga illuminata dal davanti o comunque in modo tale che gli spettatori restino al buio.

Teatrino delle ombre: L'allestimento deve essere completato con un telaio ricoperto di carta translucida (da disegno). Il telaio è fatto di listelli a 30×10 mm, e ha le misure esterne 84×49 cm ed interne 78×43 cm. La carta translucida viene incollata dopo essere stata leggermente inumidita; asciugandosi, resterà perfettamente tesa. Inchiodiamo ed incolliamo ora sul telaio dei listelli **b** 5×10 mm che assicurino ulteriormente la carta e nel contempo entrino perfettamente nell'apertura della parete frontale. Su questi listelli fissiamo delle lamelle **c** fatte di lamiera d'ottone crudo (o di acciaio da molla) che serviranno per mantenere il telaio in sede; altre lamelle **d**, in numero di otto, fisseranno invece le decorazioni ritagliate **e** che costituiranno le quinte e la cornice dello spettacolo.

Le figure possono essere ritagliate in cartone; dello stesso materiale, molto piú resistente, però, è il manico che serve per manovrarle. Le figure possono anche essere movibili (fig. **133**), ma in questo caso il manico deve essere di materiale plastico trasparente, rigido, e le membra, fissate con piccoli ganci sul corpo, sono manovrate con tiranti di filo di ferro.

Naturalmente, il teatrino delle ombre non ha bisogno di un tendone di fondo. L'illuminazione avviene in controluce, per esempio con una comune

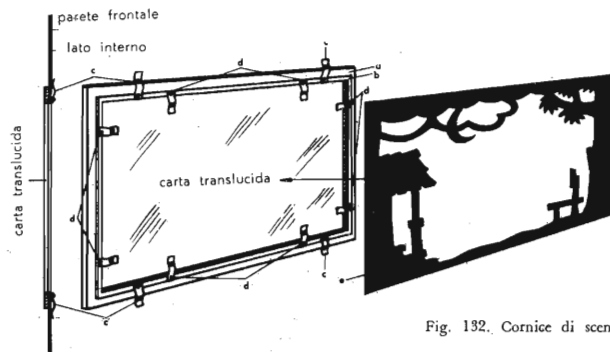



Fig. 131. Telaio con carta translucida. A sinistra: sezione del telaio già in opera.

Fig. 132. Cornice di scena.

lampada da ufficio posta su un tavolino ad un metro di distanza; i manovratori, anche in questo caso, possono stare comodamente seduti.

Teatrino delle marionette: Per questo uso, adoperiamo la scena grande, a fondo ribaltato in basso e tenuto in posizione dalla traversina. Le marionette devono essere, per le dimensioni date in precedenza, di 20-25 cm di altezza; il modello piú semplice è illustrato nella fig. **135**. Corpo e testa sono costituiti da un unico pezzo di legno intagliato; le braccia sono strisce di cuoio incollate alle spalle, le gambe altre strisce incollate in apposite fessure del corpo. Mani e piedi sono di legno ed incollati alle estremità delle strisce.

Le marionette vengono, com'è noto, manovrate dall'alto, con l'aiuto di una specie di crociera (tavoletta). Essa consiste di quattro listelli 10×10 mm **A-D** (fig. **136**), di cui uno (**D**) mobile sulla testata di **A**, gli altri solidali con **A**. Tutte le estremità sono provviste di anellini per i fili. Per mezzo di un altro anello, situato sul piano superiore di **A**, la tavoletta viene appesa su una corda tesa tra le pareti laterali del teatrino; la posizione di quest'anello deve essere scelta in modo tale che la tavoletta, liberamente appesa, resti esattamente orizzontale. I vari fili sono sistemati come illustrato nella fig. **135**; in particolare il filo **7**, collegato con un anello nella parte inferiore del corpo, permette alla marionetta di inchinarsi (inclinando la tavoletta); i fili **3** e **4**, tirati dall'alto, muovono le braccia, ed il listello **B**, abbassato a destra e a sinistra alternativamente, muove le gambe.

I movimenti delle figure risultano piú naturali se braccia e gambe sono costituite ciascuna da due pezzi collegati; in questo caso i fili sono fissati sulle ginocchia e nei gomiti. Se la testa è collegata mobilmente col corpo, la marionetta può anche inclinare la testa.

Le marionette vengono manovrate da persone in piedi, e i bambini dovranno anzi salire su uno sgabello. L'illuminazione viene dal davanti, eventualmente con piú lampade (dall'alto e dal basso, o da destra e da sinistra) per evitare le ombre troppo crude.

Fig. 134. Illuminazione della scena.

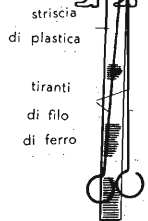



Fig. 133. Figura mobile per il teatrino delle ombre.

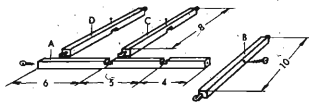



Fig. 136. Costruzione della « tavoletta ».

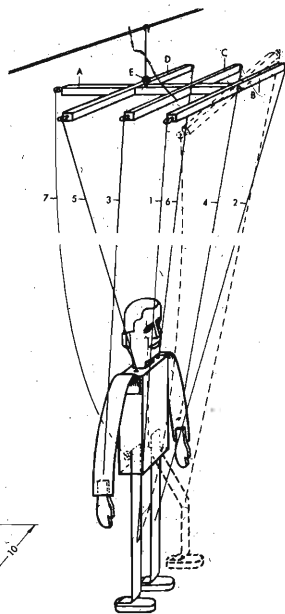



Fig. 135. Attacchi dei fili alla « tavoletta ».

Veicoli con ruote e pattini

Il monopattino fuori-serie.

Non vale la pena di costruire un monopattino semplice, perché in commercio se ne trovano modelli molto economici. Diversamente stanno le cose se il monopattino deve essere «fuori-serie», come quello qui descritto (fig. **137**): gli accessori — faro, segnale di stop, cassetta per la pila, scomparto per provviste, cavalletto ribaltabile, ecc. — lo distingueranno facilmente da tutti gli altri. Adoperiamo ruote gommate di 22,5 cm di diametro (sono disponibili in commercio) montate su cuscinetti a sfera e con mozzo 8 mm, sistemate in forcelle e facilmente sfilabili all'occorrenza. Usando altre ruote, occorre variare anche le dimensioni della colonna e delle forcelle.

Fig. 137. Il monopattino finito.

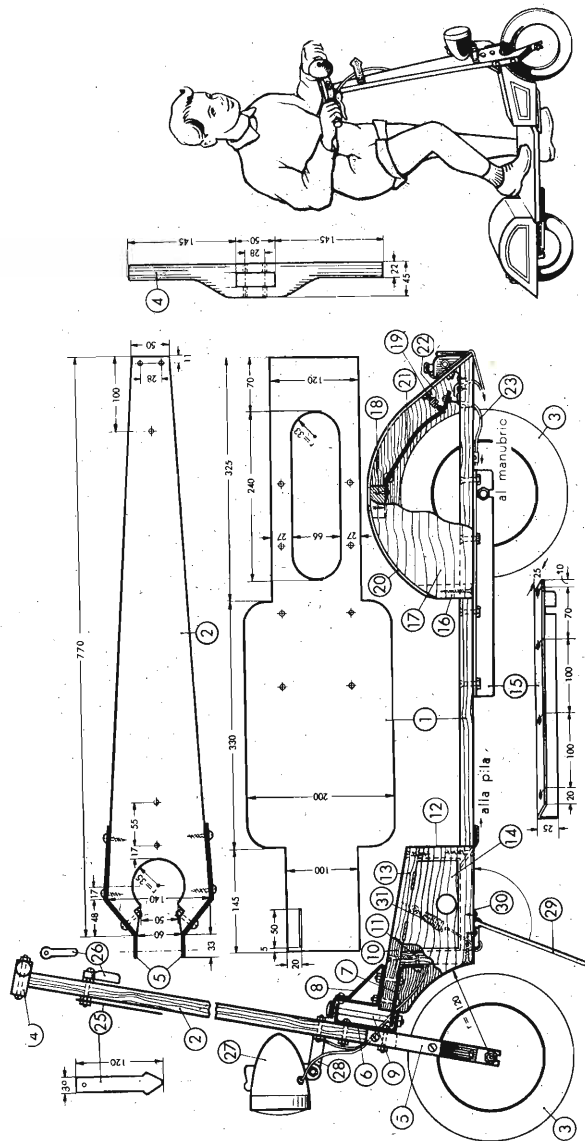



Fig. 138. Sezione del monopattino con le parti (1), (2), (4), (15) e (25) dimensionate.

Elenco dei pezzi occorrenti.

No	pezzi	Descrizione	Materiale	Dimensioni in mm
1	1	Pedana	legno duro 18 mm	20×800
2	1	Colonna	legno duro 20 mm	140×770
3	2	Ruote gommate	a disco, in ferro	ø 225, mozzo 8, largh. 50 mm
4	1	Manubrio	legno duro 22 mm	50×340
5	2	Semiforcella anter.	ferro piatto	3×20×160
6	1	Cavallotto sterzo	ferro piatto	3×30×140
7	1	Parte infer. sterzo	ferro piatto	3×30×120
8	1	Parte super. sterzo	ferro piatto	3×30×220
9	1	Alberino sterzo	ferro tondo	ø 6, lunghezza 100
10	1	Coperchio della cassetta	legno duro 18 mm	100×230
11	1	Parete anter. cassetta	legno duro 18 mm	100×95
12	1	Parete poster. cassetta	legno duro 18 mm	100×50
13	1	Parete later. dest. cassetta	legno duro 12 mm	
14	1	Parete later. sin. cassetta	legno duro 12 mm	
15	2	Semiforcella posteriore	ferro ad angolo	3×25×25, lunghezza 250
16	1	Parete anter. parafango	legno dolce 20 mm	120×65
17	2	Pareti laterali parafango	legno dolce 12 mm	lunghezza 325
18	1	Traversina ant. parafango	legno dolce	20×40×145
19	1	Traversina post. parafango	legno duro	10×20×145
20	1	Parete super. parafango	legno compens. 3 mm	145×410
21	1	Pattino del freno	ferro piatto	3×30×160
22	1	Molla di ritorno freno	filo d'acciaio 1 mm	ø 15, lunghezza 20
23	1	Cavetto freno	ottone	20 e 35 mm
24	2	Contatto dello stop	filo d'acciaio	1600 circa
25	1	Freccia di direzione	lamiera 0,8	30×120
26	1	Levetta per freccia direz.	legno duro 12 mm	12×45
27	1	Fanale		
28	1	Portafanale	ferro piatto	2×20
29	1	Cavalletto	ferro tondo 6 mm	600 circa
30	2	Supporto per cavalletto	lamiera 1 mm	20×40
31	1	Molla del cavalletto		

inoltre: bulloni, viti per legno, campanello da bicicletta, pila, filo elettrico.

Le figure **138-140** rappresentano il monopattino, e le sue principali parti in legno e in ferro con le relative misure. Il lavoro piú difficile per l'inesperto, cioè la costruzione dello sterzo, parti (6), (7) e (8) e delle forcelle (5) e (15) può essere fatto eseguire da un fabbro. L'albero dello sterzo (9) è un bullone da 100 mm, di cui la parte a sezione quadra, immediatamente sotto la testa, viene ridotta cilindrica con la lima.

Colonna. Approntate le parti in legno, fissiamo sulla colonna dapprima le semiforcelle anteriori (5), con due bulloni 5×20 mm e quattro viti 5×40 mm; indi il cavallotto (6) con due bulloni 5×30 mm. A questo punto possiamo già fissare la ruota anteriore nella forcella. Il manubrio (4), al quale abbiamo arrotondato con la raspa le estremità per formare le manopole, deve avere la fessura centrale perfettamente calzante sulla testata della colonna sulla quale viene incollato e per di piú fissato con 2 bulloni 5×50. Pratichiamo i fori quando il manubrio è già infilato nella sua posizione definitiva.

Cassetta e sterzo. Fissiamo sulla pedana (1) le due semiforcelle posteriori (15), con otto bulloni a testa conica 5×30 mm. Possiamo poi procedere alla costruzione della cassetta per la pila, incollandone ed avvitandone le pareti. I bordi superiori delle pareti (11) e (12) vengono smussati in corrispondenza dell'inclinazione del coperchio (10); fissiamo poi questi pezzi sulla pedana (1) con viti a testa conica 4×40. Avvitiamo poi il coperchio (10) dopo avervi fissato, inferiormente, l'anello che servirà per la molla del cavalletto (29).

Foto 11. Il varo.

Foto 12. La casetta della bambola, naturalmente con la luce elettrica.

TAV. VII

Foto 13. I due boscaioli: giocattolo semplice azionato dalla ruota idraulica.

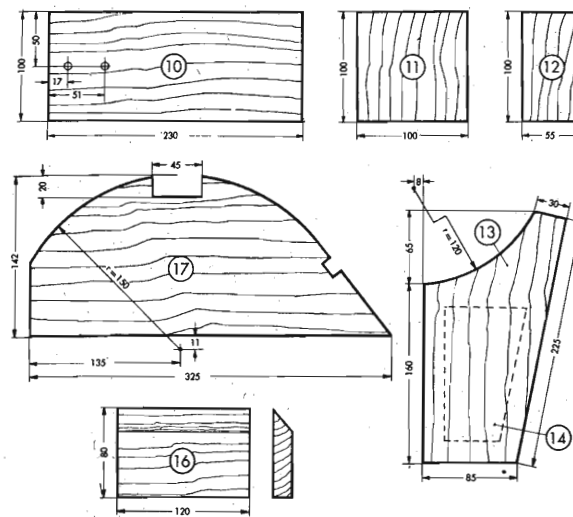
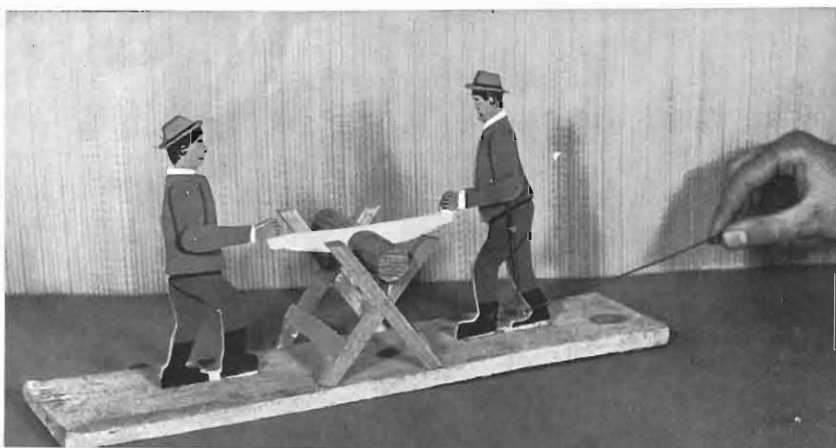



Fig. 139. Le parti in legno per cassetta e parafango.

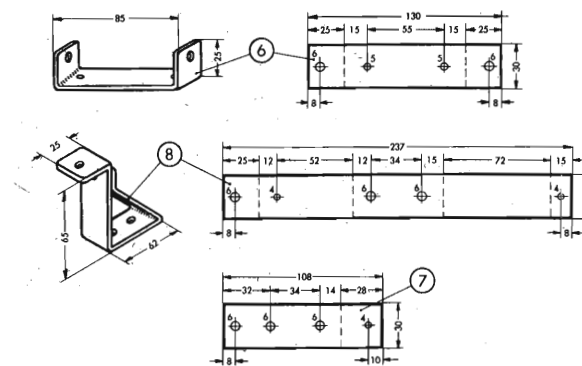



Fig. 140. La costruzione dello sterzo coi pezzi (6), (7) e (8); sono tratteggiate le linee di piegatura.

Sistemiamo ora le due parti (7) e (8) dello sterzo sul coperchio (10), mediante due bulloni 5×30, e la parte (7) anche con un bullone supplementare 5×25 sulla parete (11), nella quale abbiamo fatto prima un foro apposito. Infine avvitiamo con viti 4×35 le pareti laterali (13) e (14), quest'ultima provvista di uno sportello fissato con due cernierine e munite di una maniglia a bottone.

Tutti questi pezzi di legno devono essere molto duri e resistenti, e pertanto i fori per le viti vi verranno praticati col trapano (v. parte XIII: Collegamenti con viti).

Parafango e freno. Il parafango, che può servire anche come sedile, consiste di due pareti sagomate (17), di una parete anteriore (16) e di una parete superiore (20), ed è rinforzato da due traversine (18) e (19).

Fissiamo dapprima sulla pedana (1) con tre viti 4×40 la parete anteriore (16) e con viti 4×30 le pareti (17). Ricordiamoci che tutti questi pezzi di legno avvitati devono anche essere incollati. Il freno (21) è costituito da un pezzo di ferro piatto 3×30, lungo 16 cm e munito di una cerniera che verrà poi fissata esattamente al centro della traversina (18). All'altra estremità, pratichiamo un foro (punta 3 mm) per il cavo metallico, e qualche centimetro piú in là due fori vicini nei quali si passa un filo di ferro piegato ad « U » che viene poi chiuso ad anello. Sulla traversina (19) fissiamo un analogo occhiello. Tra questi due occhielli od anelli verrà poi appesa la molla corta ma robusta che dovrà far ritornare nella posizione di riposo il freno dopo l'uso.

Il tubetto, il cavo d'acciaio e la leva del freno possono essere comperati in qualsiasi negozio di accessori per bicicletta. Il tubo segue la colonna, passa per la cassetta e sotto la pedana ed entra poi obliquamente all'interno del parafango; lo fissiamo con le usuali « cravattine » di lamiera e con gli appositi chiodini. Fissiamo poi il cavo sull'estremità libera del freno e lo registriamo in modo che — manovrando la leva — il ferro tocchi la ruota. Per aumentare l'efficacia del freno conviene fissare nella parte a contatto un pezzo di copertone da bicicletta, incollandolo o meglio usando alcuni ribattini.

Segnale di « Stop ». La figura **141** illustra il montaggio del contatto elettrico per lo « stop », costituito da due mollette (24) fissate sulla pedana. Le mollette possono essere ricavate da una vecchia pila; le pieghiamo nel modo indicato e le avvitiamo sulla pedana in modo tale che facciano contatto quando si aziona il freno.

Dalla stessa figura **141** risulta ugualmente il circuito tra contatto, pila e « stop ». La montatura e la lampadina sono disponibili in commercio. Dobbiamo ora chiudere la scatola del parafango; ritagliamo perciò in legno compensato la parete superiore (20), con l'avvertenza di far correre le fibre degli strati esterni in direzione *trasversale* per facilitarne la piegatura. Fissiamo lo « stop » ed avvitiamo il pezzo (20) con viti 3,5×15, prima sul bordo (precedentemente un po' rastremato) della pedana, poi sulle pareti laterali cominciando dal fondo, infine sulla parete anteriore. Possiamo ora collegare anche il contatto superiore (24) con il dado dello « stop ».

Fissiamo ora nella cassetta per la pila, con qualche elastico e con puntine da disegno, una comune pila da lampadina tascabile a 4,5 V. Inseriamo poi una resistenza da 20 Ohm (disponibile in commercio) tra i due poli del contatto (24); otterremo cosí che lo « stop » dia una debole luce (luce di posizione) anche quando il freno non viene azionato. Naturalmente il collegamento deve essere fatto in modo tale che l'interruttore generale possa escludere totalmente lo « stop » nelle ore del giorno. I vari fili corrono lungo la parte inferiore della pedana vicino al cavo per il freno, e fissati nella stessa maniera.

Fanale, freccia di direzione, cavalletto. Comperiamo un fanale per bicicletta

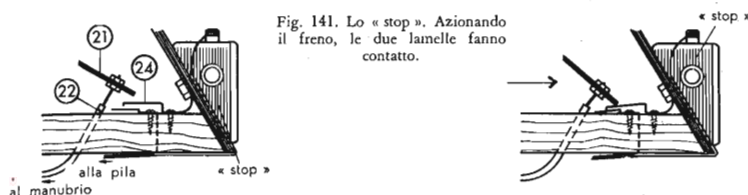



Fig. 141. Lo « stop ». Azionando il freno, le due lamelle fanno contatto.

(27) e fissiamolo con due bulloni 4×30 sulla colonna, eventualmente — se non possiamo utilizzare direttamente le parti metalliche del fanale — con un apposito portafanale in ferro 2×20 mm. I fili corrono paralleli al cavo del freno fino alla cassetta della pila.

La freccia di direzione (25), in lamiera 0,8 mm, è fissata mobilmente in un foro della colonna, mediante un bullone 5×50 e tre dadi. La leva è di legno duro ed è fissata sul bullone con uno dei dadi; passiamo poi il bullone attraverso il foro, avvitiamo un altro dado (senza stringere troppo: la freccia deve muoversi con attrito ma senza difficoltà), facciamo entrare la freccia ed infine avvitiamo il terzo dado strettamente contro il secondo. Due chiodi segnano la « fine-corsa » della freccia nelle due direzioni.

Le misure ed il montaggio del cavalletto (29) risultano dalla figura **142.** Il cavalletto stesso è costituito da un filo di ferro 6 mm, piegato nella forma voluta e viene fissato sotto la pedana con due supporti (30) in modo da poter essere ribaltato all'indietro. Sulla parte del cavalletto che batte contro la pedana infiliamo una delle estremità della molla (31) di cui l'altra è fissata sull'anello nell'interno della cassetta. Questa molla si muove in una fessura praticata nella pedana (1) e mantiene il cavalletto sia in posizione eretta che in posizione ripiegata.

Il monopattino viene poi verniciato in qualche tinta allegra; attenzione a verniciare anche le parti metalliche per evitare la ruggine! Naturalmente lo provvediamo anche di un campanello per bicicletta, montato sulla parte sinistra del manubrio.

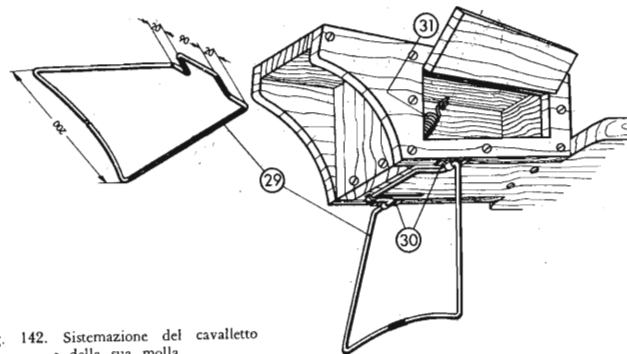



Fig. 142. Sistemazione del cavalletto e della sua molla.

L'automobile a pedali.

Qual è il ragazzo che non ha mai pensato di fabbricarsi da sé un automobile a pedali? Ebbene, se per i pezzi di ferro ci facciamo aiutare da un fabbro, la costruzione non offre troppe difficoltà: basta osservare alcune regole fondamentali. La prima è che l'automobile deve essere fatta su misura; la distanza tra pedali e sedile e lo spazio libero per le ginocchia devono essere studiati tenendo presente la statura del pilota. In secondo luogo il telaio deve essere solido ma non deve pesare troppo; non possiamo perciò utilizzare le tavole piene. Infine, il telaio deve avere una forma tale da permettere la sistemazione di una elegante carrozzeria in legno compensato. Per questa automobile non possiamo perciò lavorare su istruzioni precise, ma dobbiamo fare un progetto di costruzione per ogni singolo caso, tanto piú se possiamo utilizzare ruote ed assi di una vecchia carrozzella per bambini. Le figure **143-146** vogliono essere soltanto indicative per la costruzione del sistema di guida del movimento a pedali, del telaio e della carrozzeria.

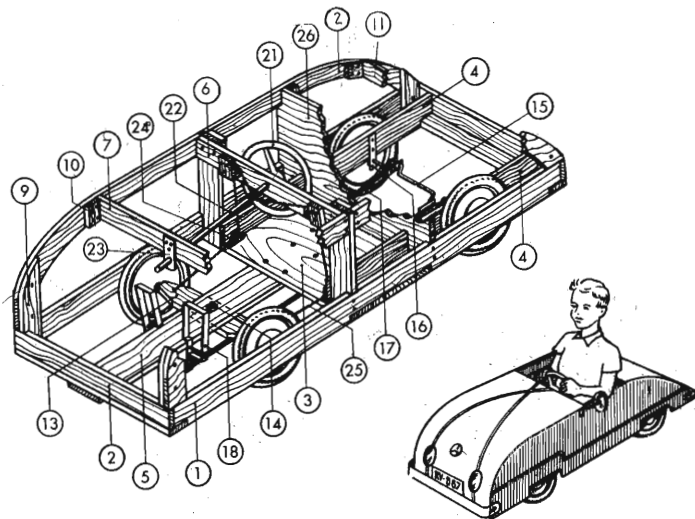



Fig. 144. Disegno d'insieme del telaio.

Fig. 143. L'automobilina a pedali: piccola ma perfetta

Telaio (fig. **144**): Il telaio consiste essenzialmente nelle liste (1) e (2) (almeno 2,5×6 cm), solidamente avvitate fra di loro, nel sedile (3) e nei longheroni (4) che servono per dare la necessaria rigidezza all'insieme. Questo telaio porta l'asse posteriore (15) (di acciaio extra-dolce 12 mm), due volte piegato a doppio gomito e filettato alle estremità per avvitarvi le ruote posteriori. L'asse è allogato nei fori di due pezzi di ferro piatto (16) (3×30 mm) avvitati ai longheroni (4).

Sistema di guida: L'asse anteriore (12) è avvitato sull'asse (13) (lista 2×10 cm) (fig. **145**) e questo è fissato sul porta-assale (5) mediante un bullone passante che ne permette il movimento. Dalla larghezza del telaio, dal diametro delle ruote e dalla distanza del sedile da questo bullone dipende l'angolo entro il quale l'assale può muoversi e con ciò il cosiddetto « diametro di sterzata ». Il comando avviene come al solito con lo sterzo (21) fissato sulla colonna (22) (tubo di ferro ⌀ 15-20 mm). La colonna gira liberamente entro i fori di due ferri piatti (3×30 mm) avvitati rispettivamente sulle traversine (6) e (7), in senso orizzontale e verticale (v. figura). Due coppiglie passanti attraverso il tubo ne limitano a pochi millimetri il movimento longitudinale. Un altro foro trasversale nel tubo è attraversato dal cavetto (25) (2-3 mm) che, passando sopra quattro carrucole (24) arriva fino all'assale (13), dove i suoi due capi sono solidamente avvitati. Cavetto, carrucole, ed un tenditore da inserirsi nel cavetto per registrarne la lunghezza con esattezza, si trovano in tutti i negozi di ferramenta.

Movimento a pedali (fig. **146**): I due pedali (18) si muovono sull'alberino (19) (ferro tondo ⌀ 10 mm) che è fissato nel cavallotto (20) (ferro piatto 3×30 mm) a sua volta avvitato al porta-assale (5). Il movimento alternativo dei pedali è trasmesso all'asse posteriore da due bielle (17) (tubi d'acciaio 15 mm). Attraverso fessure di larghezza 7 mm, praticate vicino alle estremità anteriori delle bielle, passano le coppiglie o bulloncini (5 mm) che le fissano mobilmente ai pedali. Le estremità posteriori delle bielle portano ciascuna due prolungamenti di ferro piatto 3×30 mm, muniti di fori ⌀ 12 mm con i quali sono infilati sull'asse posteriore, ed avvitati insieme alle bielle con due bulloncini passanti (5 mm) per parte.

Carrozzeria: Altri dettagli, liste (8) (9) (10) (11), ed in particolare la sistemazione dello schienale (26) sono illustrati nella figura **144**. Quest'intelaiatura viene ricoperta di legno compensato 3 mm che si lascia curvare sufficientemente bene per ottenere la curvatura indicata. Per il tipo di carrozzeria illustrato nella figura **143** si possono usare sagome di legno compensato 4-6 mm tagliate in un solo pezzo. Tralasciamo ogni indicazione in merito a fanali, « stop », retrovisore, verniciatura, paraurti ed altre decorazioni, per permettere alla fantasia dei costruttori di sbizzarrirsi liberamente.

Freno: Per sicurezza conviene installare anche un freno, di cui un modello semplice è illustrato nela figura **144 a**. Il freno propriamente detto è costituito da un'assicella (27) fissata con cerniere sui longheroni e provvisto di una robusta molla di richiamo. Il pedale (28), fissato mobilmente con bulloncino, è collegato al freno (27) con un cavetto; azionandolo, il freno preme contro la ruota posteriore. I contatti elettrici per lo « stop » sono identici a quelli descritti precedentemente (v. Monopattino).

Misure dell'automobilina: Le misure della vettura devono naturalmente essere adeguate al guidatore per evitare che egli non riesca ad entrarvi o che, viceversa, non raggiunga comodamente i pedali. Sarà perciò utile disegnare prima pianta e sezione longitudinale della vettura in scala ridotta, per esempio 1:5, e costruire una figura mobile che rappresenti, nella stessa scala, le dimensioni del guidatore; le singole giunture vengono fatte con filo di ferro come già de-

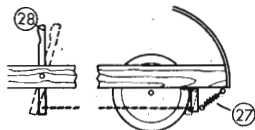



Fig. 144 a. Freno di semplice esecuzione.

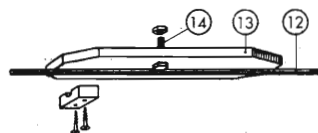



Fig. 145. Cosí si fissa l'asse anteriore

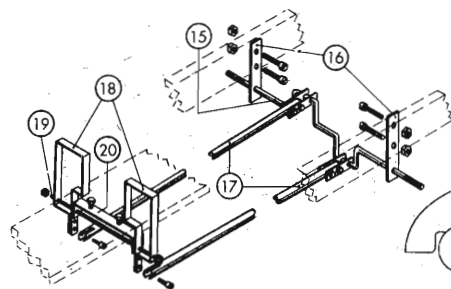



Fig. 146. Il comando a pedali.

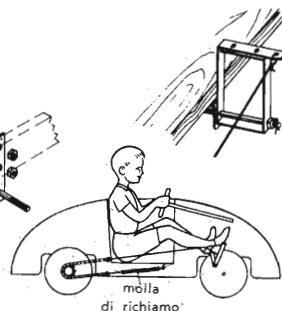



Fig. 147. Trasmissione a catena e ruote posteriori libere.

scritto altrove (v. Il ginnasta alla sbarra fissa). Potremo cosí controllare se il guidatore può muoversi a suo agio.

Perfezionamenti tecnici: Invece del sistema di guida descritto, possiamo anche prevedere l'assale anteriore fisso e le ruote anteriori sterzabili; ciò permette, a parità di diametro di sterzata una costruzione piú snella e corta della vettura. La costruzione implica l'uso di elementi di ferro saldati; in compenso, la vettura assomiglia maggiormente ad un'automobile vera. Chi può permettersi qualche spesa extra, può sostituire le ruote posteriori avvitate con ruote libere; in questo caso la trasmissione a biella può essere a sua volta rimpiazzata da una trasmissione a catena. Come si vede nella fig. **147**, i pedali sono allora collegati con due pezzi di catena da bicicletta, tenuti tesi da molle di richiamo e passanti sopra ruote dentate fissate alle ruote posteriori. Ogni ruota ha un piccolo asse indipendente con un suo assale fisso.

Infine, si può anche far andare l'automobilina con una catena chiusa, come una bicicletta. In questo caso l'asse posteriore è diritto (senza doppi gomiti) e porta una ruota dentata, ed i pedali vengono sostituiti da una pedaliera da bicicletta. La posizione dell'asse anteriore varia secondo il tipo di trasmissione: con trasmissione a catena chiusa, esso si deve sempre trovare davanti alla pedaliera, con trasmissione a pedali, invece, dietro l'albero dei pedali, a meno che non si possa aumentare di molto la larghezza della vettura. Gli abilissimi possono rendere la vettura veramente « automobile», installandovi una batteria ed un motorino di avviamento.

Il bob (figg. **148-150**).

Il bob che descriviamo qui di seguito è un modello ridotto, capace di trasportare due o tre ragazzi. Avendo l'epicentro molto abbassato ed essendo provvisto di guida, un bob è piú facile da guidarsi della semplice slitta, soprattutto

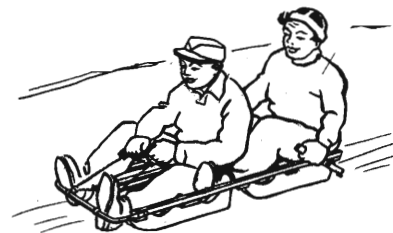
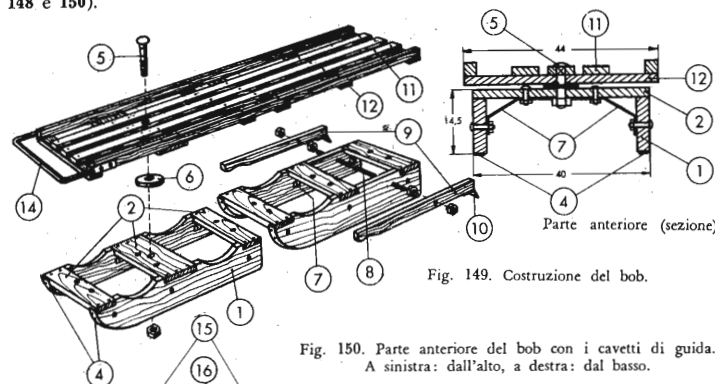
Fig. 148. Il nostro « bob » in piena discesa.

nelle curve, e raggiunge maggiori velocità. Il bob consiste in due coppie di pattini (1) collegati fra loro da traversine (2). Il sedile, un telaio di cinque liste (11) e sei liste trasversali (12), avvitate, è solidale con la coppia posteriore, e ha sul davanti un ferro sagomato (14) con due carrucole (15) per le due corde (16), fissate alla coppia anteriore. Azionando le maniglie (17), la coppia anteriore può essere sterzata ed è perciò possibile far cambiare direzione al bob (figure **148** e **150**).

Fig. 149. Costruzione del bob.

Fig. 150. Parte anteriore del bob con i cavetti di guida. A sinistra: dall'alto, a destra: dal basso.

La rigidità è data da cavallotti di ferro (7) (4×20 mm), avvitati sia sui pattini (1) che sulle traversine (2). Il bordo inferiore dei pattini è rinforzato da liste di ferro piatto (4) (2×20 mm) avvitate (una vite a testa conica ogni 8 cm circa). La parte posteriore dei pattini è attraversata da un ferro tondo (8) (8 mm o piú di diametro) con le estremità filettate, il quale porta le leve frenanti (9), provvista ciascuna di un ferro (10) (4×30 mm) piegato ad angolo. Maniglietti

di ferro o di cuoio, fissate sul sedile, permettono ai passeggeri di aggrapparsi. Il ferro sagomato (14) è fatto di tubo (⌀ 15 mm) con le estremità appiattite col martello e forate.

Possiamo farci costruire le parti in ferro dal fabbro; comunque la costruzione non presenta alcuna difficoltà. Ecco ancora alcune misure:

pattini: spessore 2,5 cm, lunghezza 55 cm
larghezza della coppia: 42 cm
altezza della coppia anteriore: 14,5 cm
altezza della coppia posteriore: 15 cm
distanza tra le coppie: 10 cm
sedile: lunghezza 120 cm, larghezza 44 cm
liste longitudinali del sedile: esterne (due) 3×3 cm, interne (tre) 2×6 cm
liste trasversali: 2×6 e 2×10 cm
leve frenanti: 3×4 cm (legno duro)
lista trasversale centrale della coppia anteriore: 2×10 cm
perno (5): bullone 8×80 mm
rondella (6): ⌀ 50-60 mm, spessore 3-4 mm
cavetti (16): 2-3 mm
maniglie (17): ferro tondo ⌀ 8 mm o ferro piatto 3×30 mm.

I ferri dei freni (10), il ferro sagomato (14) ed i cavallotti (7) si fissano con viti 6 mm, i cavetti con bulloni provvisti di occhiello. Tutte le parti in legno devono essere pulite con carta vetrata e dipinte con vernice ad olio di lino; le parti in ferro s'ingrassano leggermente.

Carrello e slitta a vela (figg. **151-153**).

Il carrello a vela è un veicolo la cui costruzione non presenta difficoltà e che si muove con discreta velocità su fondo liscio e piano, permettendo anche vere e proprie regate. Nella forma piú semplice, esso è costituito da due legni (1) e (2) avvitati a croce, con tre rotelle (4) che girano su viti direttamente fissate nelle testate (le ruote laterali) e in una forcella (3) di legno o ferro (la ruota posteriore). Il legno longitudinale riceve uno o piú fori per introdurvi il bastone, leggermente conico, ridotto a perno nell'estremità inferiore, che serve da albero (fig. **152**).

Vicino alle estremità dei legni avvitiamo degli occhielli per passarvi le corde (7) che assicurano la stabilità della croce e dell'albero. La boma (8) è fissata mobilmente sull'albero con due occhielli avvitati (fig. **152**); la vela triangolare (9), di tela leggera, è cucita sull'albero e sulla boma con filo resistente. Infine, una corda (10) tesa tra boma e legno longitudinale permette di mantenere la vela nella posizione voluta.

Non vi sono limiti per le dimensioni del carrello; è però essenziale che sia il piú leggero possibile e che la traversa abbia almeno 3/5 della lunghezza del legno longitudinale (per evitare il pericolo di rovesciamento). L'albero può avere fino a 1,2 volte la lunghezza del carrello, se si usa soltanto una vela triangolare. Il corpo può anche portare un sedile o essere reso cavo.

Per i modelli piú piccoli si possono usare ruote gommate (tav. IX) disponibili in commercio per costruzioni di modelli. Possiamo provarli anche in casa, dirigendo contro la vela il flusso d'aria fornito da un aspirapolvere; potremo cosí renderci conto quali sono le posizioni piú favorevoli per la vela (v. anche parte X). Per il trasporto, togliamo le corde e ripieghiamo la croce.

La slitta a vela: Se al posto delle ruote fissiamo dei pattini, il nostro veicolo può muoversi con velocità anche notevole su superfici gelate (fig. **153**). I pattini sono di ferro piatto **a**, sagomati con la lima e fissati nelle fessure di pernetti **b** mediante chiodi passanti. La parte superiore dei pernetti entra in fori praticati alle estremità dei legni; i pattini laterali sono fissi, quello posteriore invece può

essere spostato mediante un filo di ferro **c** passato attraverso l'estremità superiore del pernetto, e serve da timone.

La vela per ghiaccio (figg. **154-156**): Potremmo anche costruire un vero veliero da ghiaccio; manovrarlo però non è facile e soprattutto non è privo di pericoli, per cui lasceremo questo sport agli adulti. Possiamo però fabbricarci una vela che ci aiuterà a raggiungere grandi velocità sui campi di pattinaggio. Nella

Fig. 152. Cosí si fissa l'albero.

Fig. 151. Modello semplice di carrello a vela.

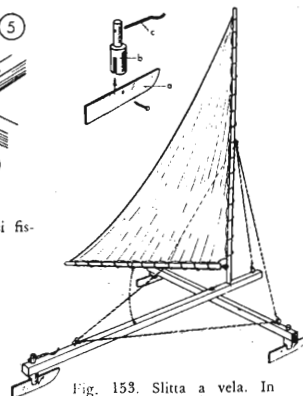



Fig. 153. Slitta a vela. In alto: dettaglio del pattino.

figura **154** è illustrato un modello semplice a triangolo isoscele, che presenta il vantaggio di essere costituito da tre elementi soltanto e di essere facilmente ripiegabile.

I tre bastoni (rotondi o quadrati 2×2 cm) devono essere privi di nodi; all'abete è preferibile il frassino. La vela può essere di tela o di cretonne, imbevuta di una soluzione di amido o di « vetro solubile », e viene tagliata con abbondanza, perché i lati devono essere orlati; negli orli infiliamo i bastoni, fissando i due piú lunghi con chiodini mentre il terzo resta sfilabile. Due maniglie di cuoio, cucite attorno ai bastoni, servono per tenere la vela tesa (fig. **155**), con le braccia orizzontali.

L'effetto della vela sulla direzione del pattinatore risulta dalla figura **156**, nella quale i due tratti vicini indicano la posizione dei pattini, la freccia piccola la direzione risultante e le frecce piú lunghe la direzione del vento.

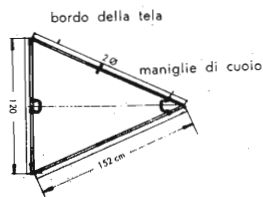



Fig. 154. Costruzione di una semplice vela da ghiaccio.

Fig. 155. La vela in funzione.

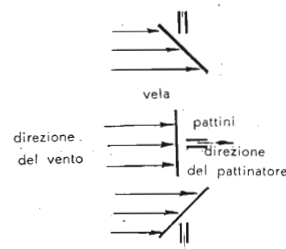



Fig. 156. L'effetto dell'orientamento della vela.

Facciamo un po' di musica

Costruzione di una balalaica.

Tra gli strumenti musicali, quelli a corde, da suonarsi con un plettro o con le dita, offrono forse le maggiori soddisfazioni ai ragazzi. Questi strumenti offrono la possibilità di suonare pezzi a piú voci (mentre gli strumenti ad arco permettono soltanto l'esecuzione di melodie ad una voce, magari con occasionale accompagnamento sulla corda vicina) e la loro tecnica è, in complesso, piú facile ad imparare. Gli strumenti piú usuali di questo genere sono il mandolino e la chitarra, frequenti ed allegri compagni delle nostre gite; le loro corde danno un suono particolarmente adatto ad accompagnare le canzoni. Il mandolino ha, come è noto, una cassa armonica panciuta; la chitarra invece è piatta ed è perciò piú facile a costruire. Se sostituiamo, alla caratteristica cassa armonica della chitarra, una cassa triangolare, ci troveremo bell'e pronta una balalaica, la cui costruzione è descritta qui di seguito (fig. **157**).

Cassa armonica: Iniziamo con la costruzione della cassa armonica, composta dai pezzi della figura **158**. I due piani sono di legno compensato (2-3 mm) oppure, se vogliamo avere uno strumento piú perfetto, di acero (2 mm); le tre paretine sono di abete (5 mm). Nella rientranza delle paretine laterali s'inserirà il manico. Come si vede nella figura **159**, il telaio si ottiene con l'aiuto di tre cunei di legno dolce, dopo aver smussato i lati corti delle assicelle in modo da farle combaciare perfettamente. Incolliamo prima il triangolo delle assicelle; aggiustiamo con precisione l'angolo dei cunei prima di incollarli negli angoli; fissiamo poi tutto con alcune viti. Naturalmente i cunei non devono superare la larghezza del telaio. Prima di passare alla costruzione del manico, incolliamo ancora il fondo, affinché, ben pressato da alcuni pesi, formi corpo unico col telaio.

Manico: Il manico è costituito da un'assicella di 20 mm di spessore, lunga 440 mm e la cui larghezza si riduce da 60 a 50 mm in modo uniforme. Il lato piú stretto termina in un perno largo 35 mm, sul quale sarà incollata la cavicchiera. Nel lato piú largo assottigliamo il manico di 2 mm, per la lunghezza di 65 mm, mediante una lima o lo scalpello (fig. **160**), formando cosí la sede per il coperchio.

Cavicchiera: È costituita da un trapezio di legno duro (12-15 mm), con una rientranza esattamente corrispondente al perno del manico. Cavicchiera e manico formano un angolo ottuso; dobbiamo perciò sagomare le testate a contatto (vedi indicazione dell'angolo, nella figura **160**). La cavicchiera ha gli spigoli arrotondati ed è provvista di 6 fori (⌀ 5 mm). Anche gli spigoli inferiori del manico ven-

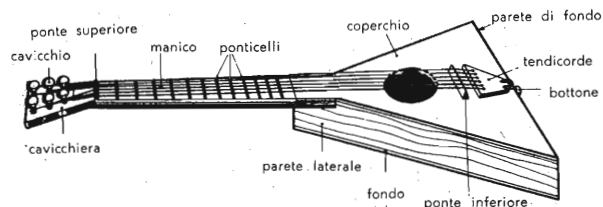



Fig. 157. Una balalaica fatta in casa.

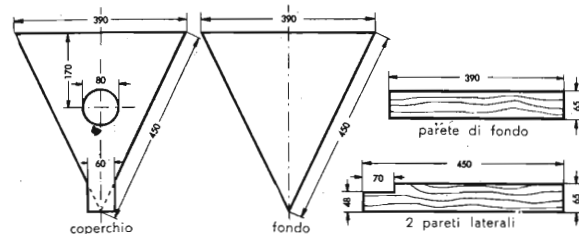



Fig. 158. Coperchio, fondo e pareti della cassa armonica.

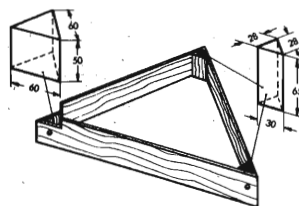



Fig. 159. Cosí s'incollano le pareti laterali.

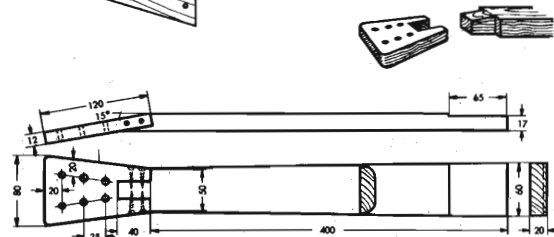



Fig. 160. Il collegamento tra manico e cavicchiera.

gono un po' arrotondati, lasciando però intatti gli ultimi 70 mm, dove il manico sarà inserito nella cassa.

Incolliamo ora la cavicchiera sul manico, assicurando la giuntura con quattro viti a testa conica (fig. **160**), ed incolliamo pure il manico nell'angolo della cassa, dopo aver sagomato gli spigoli nelle rientranze delle paretine (fig. **161**). Il manico deve trovarsi esattamente di fronte al centro della paretina di fondo ed il suo piano superiore (abbassato di 2 mm, come abbiamo visto prima) deve coincidere col bordo superiore del telaio. Anche questa giuntura viene assicurata con tre viti a testa conica. Possiamo ora incollare il coperchio, il cui prolungamento rettangolare deve combaciare esattamente con la battuta del manico.

Piani e spigoli vengono poi puliti con carta vetrata, dipinti con mordente di legno (mogano chiaro) e lucidati.

Cavicchi: Possiamo comperare i sei cavicchi necessari per tendere le corde in un negozio di strumenti musicali. Adattiamo i fori della cavicchiera ai perni leggermente conici dei cavicchi, e foriamo i perni nella parte piú larga con un trapano sottile; attraverso questi fori, che dovranno trovarsi a circa 5 mm dal piano della cavicchiera, passeranno poi le corde (fig. **162**).

Ponti e tendicorda: Il ponte superiore è un bastoncino 4×4 mm (fig. **163**), con 6 tacche, distanziate di 8 mm, per le corde. Il ponte è incollato all'estremità superiore del manico. Il ponte inferiore, costituito da un listello 10×15 mm e prov-

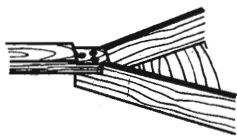



Fig. 161. Il collegamento tra manico e cassa armonica.

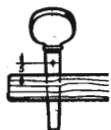



Fig. 162. Cavicchio.

Fig. 163. Ponte superiore, ponte inferiore e tendicorda.

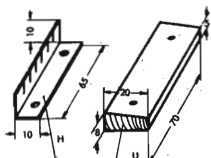
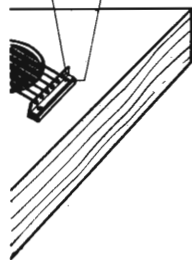



Fig. 164. Un altro tipo di tendicorda.

Fig. 165. Accordatura della balalaica.

visto di 6 tacche distanziate di 10 mm (fig. **163**), s'incolla parallelamente al bordo, alla distanza di 10 cm (fig. **157**).

Il tendicorda (legno duro 6 mm) ha 6 fori da 1 mm nella parte larga e 2 fori da 2 mm nella parte stretta (fig. **163**). Una corda (meglio di budello), lunga 12 cm circa, legata ad un pirolo incollato in un foro da 6 mm praticato esattamente nel centro della parete di fondo, serve per tenere il tendicorda quando avremo sistemato le corde, che saranno infilate nei fori e trattenute dai noduli terminali.

Un altro tipo di tendicorda che elimina uno dei ponti è illustrato nella figura **164**. È ricavato da un profilato di ottone (ad angolo, 1×10×10 mm), nel quale pratichiamo sei tagli per la profondità di 4 mm, distanziati 10 mm, e due fori da 3 mm per le viti di fissaggio. Un listello **U** serve come base ed è incollato a circa 4 cm di distanza dall'apertura; in corrispondenza, incolliamo all'interno della cassa un'assicella di legno compensato 5 mm (20×65 mm). Avvitiamo poi il tendicorda con due viti 3×15 sul listello **U**. Le corde s'infilano lateralmente nei tagli.

Acquistiamo ora nel negozio specializzato le sei corde e montiamo per prima la corda del « mi », fissandone l'estremità col rigonfiamento come detto prima ed infilando l'altro capo nel primo cavicchio. Giriamo poi il cavicchio alcune volte e tendiamo la corda finché, pizzicata, dia il tono di base « mi ». A questo

punto occorre fissare i ponticelli (fig. **157**) che permettono di ridurre la parte vibrante di ogni corda, in modo da poter ottenere i 12 semitoni dell'ottava; questi ponticelli, in numero di 12, sono listelli triangolari lunghi 60 mm e dai lati progressivamente crescenti (da 3 a 7 mm). Il primo ponticello a partire dal ponte superiore è il piú sottile e si trova a circa 2 cm di distanza; troveremo il punto esatto spostandolo un po' in alto ed in basso, provando dove la corda pizzicata dia esattamente il semitono superiore. Segnato il punto esatto, continuiamo col secondo ponticello, e cosí via, finché avremo trovato l'esatta posizione di tutti i listelli, che potranno poi essere incollati. Possiamo ora montare le altre corde ed accordarle ciascuna sul proprio tono base (fig. **165**). Fissiamo ancora una cinghia sotto la cavicchiera e nel centro della paretina di fondo, e la balalaica è pronta.

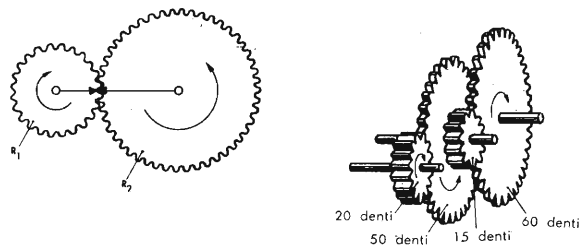



Fig. 170. Ingranaggi: a) trasmissione semplice; b) trasmissione a due stadi.

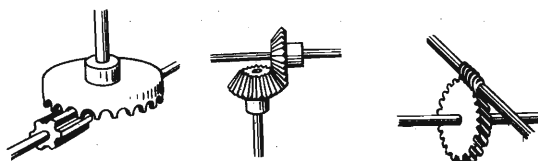



Fig. 171. Trasmissione del movimento tra alberi perpendicolari: a) corona dentata; b) ingranaggi conici; c) vite senza fine.

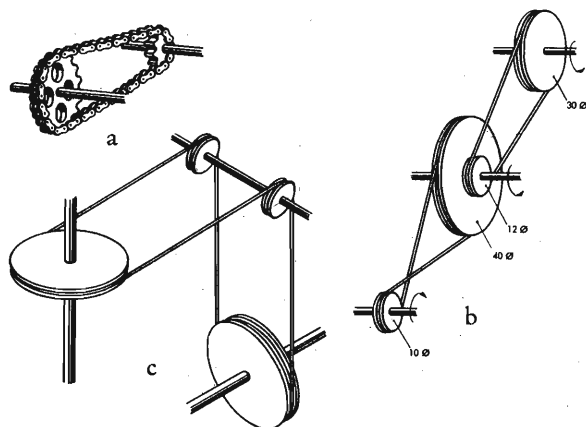



Fig. 172. a) Trasmissione a catena, b) trasmissione doppia a cinghie; c) trasmissione con alberi perpendicolari.

Foto 14. Il teatrino universale, usato per uno spettacolo di ombre cinesi.

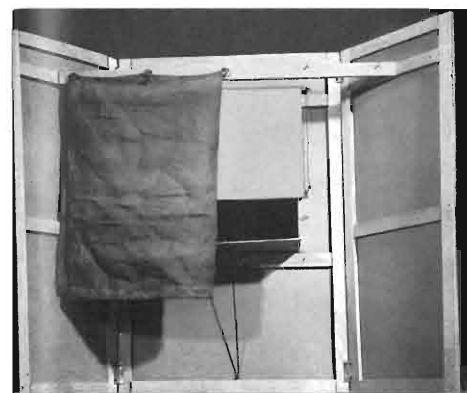
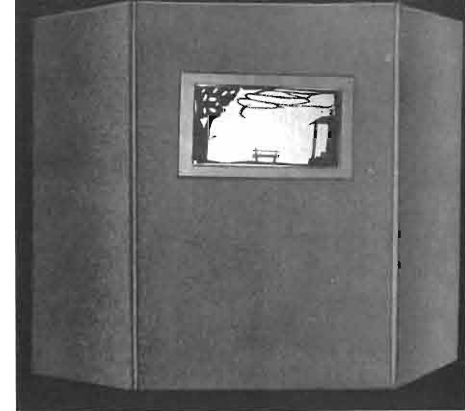



Foto 15. Il palcoscenico visto dall'interno. La tenda serve come sfondo per le rappresentazioni di pupazzi o marionette.

Foto 17. Cosí si tiene la crociera.

Foto 16. Ribaltando l'asse che serve come pavimento, il boccascena s'ingrandisce notevolmente.

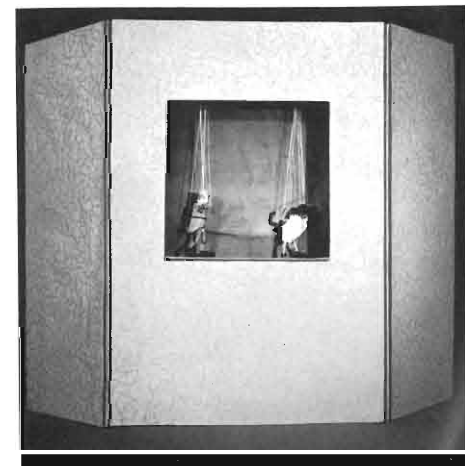



Foto 18. La slitta a vela, sul ghiaccio.

TAV. IX

Foto 19. Il medesimo modello, per l'uso sulla terraferma.

rare la ruota dentata piú grande per comandare quella piú piccola, la « moltiplicazione », possono essere determinate contando i denti degli ingranaggi e formandone il rapporto. Due ingranaggi rispettivamente di 12 e 60 denti daranno una demoltiplicazione di 1 : 5 o, viceversa, una moltiplicazione di 5 : 1.

Se sull'asse di $\mathbf{R}_2$ si inserisce un altro ingranaggio, solidale col primo, a numero di denti minore, e si fa comandare da questo un terzo ingranaggio a numero di denti maggiore, si ottiene una demoltiplicazione piú spinta. Su questo principio è basato il movimento ad orologeria (fig. **170 b**). La demoltiplicazione di tutto il gruppo di ingranaggi può essere determinata:

— calcolando il prodotto « numero dei denti della prima ruota motrice » per « numero dei denti della seconda ruota motrice » e cosí via
— poi calcolando il prodotto « numero dei denti della prima ruota comandata » per « numero dei denti della seconda ruota comandata » e cosí via
— infine dividendo il primo prodotto per il secondo.

Nell'esempio della figura **170 b** si avrebbe cioè

$$\frac{50 \times 60}{20 \times 15} = 10; \text{ demoltiplicazione } 1:10.$$

Per trasmettere il movimento da un albero ad un altro che, invece di essere parallelo, sia perpendicolare al primo, occorre fare uso di ingranaggi speciali: a corona e conici (fig. **171 a** e **b**) o — per demoltiplicazioni forti — a vite senza fine e ruota elicoidale (fig. **171 c**). In quest'ultimo caso, ogni giro della vite senza fine fa avanzare la ruota dentata di un dente solo (« vite ad un passo »). Con una sola ruota da 60 denti si ottiene perciò la demoltiplicazione di 1 : 60 per la quale occorrerebbe, con ingranaggi normali, un grande numero di ruote e di alberi.

Se la trasmissione diretta del movimento non è possibile perché i due alberi rotanti sono troppo distanti fra di loro, si ricorre alla trasmissione mediante catene (fig. **172 a**) o cinghie (fig. **172 b**). Nel primo caso, il rapporto dei giri è dato ancora dal rapporto dei denti; nel secondo, dal rapporto tra i diametri delle pulegge. La doppia trasmissione della figura dà perciò una demoltiplicazione totale di $\frac{40 \times 30}{10 \times 12} = 1:10.$

Le cinghie hanno una certa tendenza a slittare sulle pulegge, specie se il settore di contatto è limitato. Spesso si ricorre all'accorgimento di aumentare il settore di contatto tra puleggia e cinghia, incrociando quest'ultima; naturalmente in questo caso le pulegge ruotano in senso inverso. La trasmissione a cinghia è possibile anche tra alberi che fra di loro stiano in angolo retto o in un angolo qualsiasi (fig, **172 c**). Ne abbiamo già tratto profitto quando abbiamo costruito il movimento a pedali dell'automobilina.

Abbiamo sviluppato a fondo questo punto teorico, perché ci capiterà spesso di dover disporre di trasmissioni con dati rapporti di moltiplicazione o demoltiplicazione, nelle costruzioni di modelli o di meccanismi. Ora torniamo al principio della leva e ad alcune sue applicazioni pratiche. La leva s'incontra infatti in quasi tutte le macchine e la usiamo, senza saperlo, in infiniti oggetti della vita quotidiana. Alcuni esempi: la maniglia della porta, la tenaglia, lo schiaccianoci, le forbici, l'interruttore della luce, il rubinetto del gas, la bilancia da cucina, la macchina per scrivere, il pianoforte e cosí via. Le bilance, in particolare, offrono esempi molto evidenti di una diretta applicazione del principio.

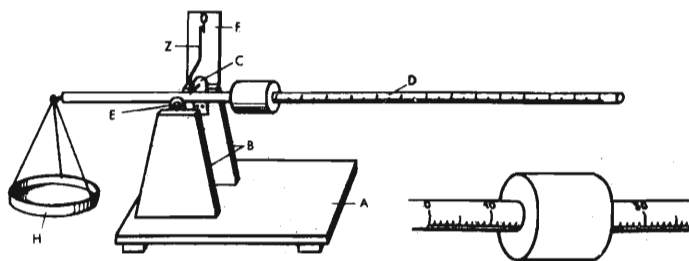



Fig. 173. Stadera.

La stadera.

La stadera consiste essenzialmente in una leva di primo genere; un peso può essere spostato lungo il braccio maggiore, mentre sul braccio minore viene applicato (appendendolo ad un gancio o posandolo sul piatto) l'oggetto da pesare. Spostando il contrappeso sul braccio maggiore fino ad ottenere l'equilibrio, sull'apposita scala si legge direttamente il peso dell'oggetto. Vogliamo ora costruirci una bilancia di questo tipo (fig. **173**).

Sul basamento **A** (20 × 20 cm) avvitiamo due assicelle robuste **B** lasciando uno spazio di 20 mm. L'asta **D** è un bastone di 50 cm di lunghezza e 10 mm di diametro, rivestito di carta bianca e provvisto di un foro trasversale a 10 cm da una delle estremità. Attraverso questo foro passa il perno **E**, costituito da uno spillo robusto che si muove nei due supporti **C** di lamiera. I due fori nei supporti devono corrispondersi esattamente. Un anello avvitato nella testata porta il piatto **H** (un dischetto di legno o un coperchietto) appeso a quattro fili. Per contrappeso usiamo un isolatore di porcellana, che si compera nel negozio. Sopra il perno fissiamo nell'asta un filo di ferro **Z**, piegato come indicato nella figura, e che servirà per indicare la posizione orizzontale dell'asta, coincidendo con la marca **O** segnata sul cartoncino **F** (incollato sul supporto posteriore).

Portiamo ora il contrappeso (« cursore ») vicino al perno e segniamo la posizione **O** anche sull'asta (se necessario, possiamo appesantire il piatto con una goccia di piombo). Poi « tariamo » la bilancia, ponendo successivamente sul piatto dei pesi noti (pesi da cucina) di grandezza crescente, spostando ogni volta il contrappeso verso destra fino a raggiungere l'equilibrio e segnando la posizione sulla scala (v. dettaglio della fig. **173**). Una volta trovate le lunghezze corrispondenti a 10, 20, 30 g ecc., possiamo suddividere gli spazi per segnare anche i pesi intermedi.

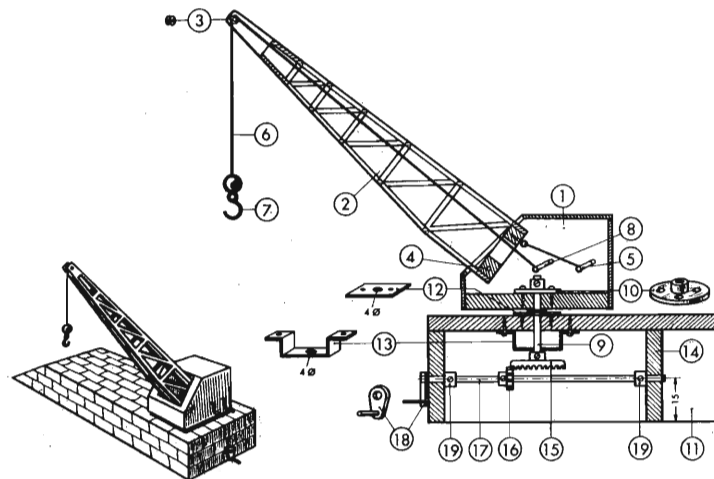



Fig. 174. Il modello di gru, finito.

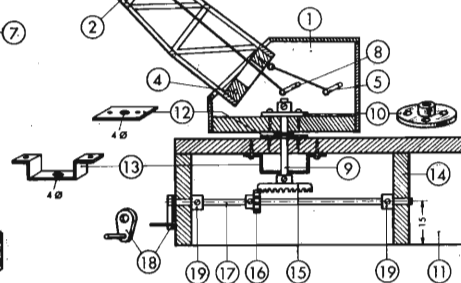



Fig. 175. Sezione del modello.

La gru (figg. **174-178**).

Il modello della gru fissa, che vediamo installata nei porti, sulle rampe di carico delle stazioni, ecc., comprende applicazioni pratiche dell'argano, della leva e della ruota dentata, e potrà servirci per completare il corredo del nostro trenino (v. tav. X).

Le misure indicate corrispondono al trenino di scartamento **O** e possono naturalmente essere aumentate in proporzione, per scartamenti superiori. Per un modello piú piccolo invece (scartamento **HO**) occorrerebbe passare alla costruzione in lamiera che implica collegamenti saldati o a ribattini.

La sezione del modello (fig. **175**) mostra le tre possibilità di movimento indipendenti del nostro modello: la manovella (18) fa girare tutta la gru sulla piattaforma, la manovella (5) varia l'inclinazione del braccio ed infine la manovella (8) alza ed abbassa il gancio (7) appeso alla fune (6).

Per la costruzione occorrono alcuni pezzi Maerklin che si possono comperare anche isolatamente nei negozi di giocattoli: una ruota dentata (16) (19 denti), una corona dentata (15) (50 denti), una flangia (10), due alberi (9) e (17) (ø 3,5 mm, lunghezze 50 e 150 mm) e due ghiere (19).

Costruiamo prima il cassone (1), con assicelle di 10 mm di spessore. Nel centro del fondo, sopra un foro da 4 mm per l'albero (9), avvitiamo la flangia (10) (fig. **177**). Le pareti anteriore e posteriore e le coperture sono in legno compensato 3 mm; le inchiodiamo per ora solo provvisoriamente. Il braccio (2) è costituito da due parti **A** e due parti **B**, ritagliate in legno compensato da 3 mm, e dal fondo **C** di legno spesso 12 mm (fig. **176**). Il fondo è attraversato da un foro di 10 mm e, trasversalmente, da un foro di 2 mm per il proprio asse di movimento (4). Inchiodiamo il braccio con punte sottili dopo averlo incollato; all'estremità, sistemiamo una carrucola (3).

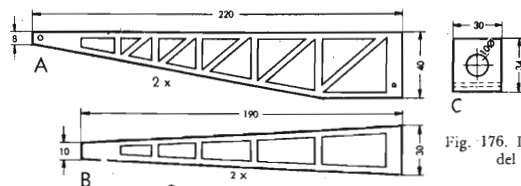



Fig. 176. Le singole parti del braccio.

Fig. 177. Costruzione del cassone.

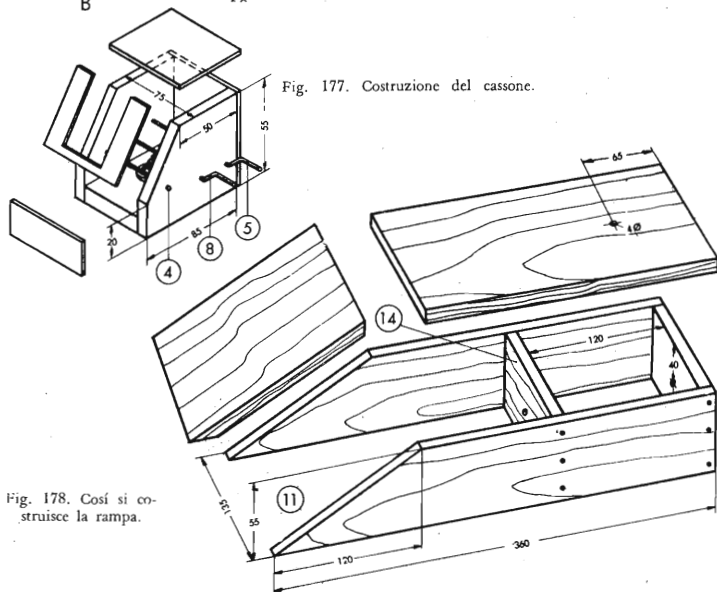



Fig. 178. Cosí si costruisce la rampa.

La rampa, di assi 10 mm incollati ed inchiodati, ha nelle pareti trasversali due fori di 4 mm esattamente corrispondenti, per l'albero (17), ed un foro centrale nella parte superiore (fig. 178), sopra e sotto del quale avvitiamo il rinforzo (12) ed il cavallotto (13), di ferro piatto, in modo che i due fori di 4 mm per l'albero (9) si trovino esattamente in linea verticale. Ricopriamo la rampa con carta a disegno adatto, montiamo l'albero (17) con la ruota (16), le ghiere (19) e, sulla parte sporgente, la manovella (18) di legno compensato.

Attraverso le pareti del cassone facciamo due fori di 2 mm esattamente corrispondenti, per l'asse del braccio (4), altri due fori per la manovella (5) ed altri due per la manovella (8); tutte in filo di ferro di 2 mm. Il fondo **C** del braccio è provvisto di un anello a vite al quale leghiamo uno spago sottile ma resistente (refe) di 15 cm di lunghezza. Possiamo ora montare il braccio sul cassone mediante l'asse (4), e legare l'altra estremità del filo alla manovella (5) dove la assicuriamo con un po' di colla universale; manovrando la manovella, il braccio deve alzarsi ed abbassarsi. Fissiamo poi un altro filo sulla manovella (8); questo filo passa per il foro del fondo **C**, prosegue all'interno del braccio, passa sulla carrucola (3) e termina in un gancio di filo di ferro, prima del quale abbiamo infilato una pallina di metallo che serve per appesantire il gancio.

Proviamo il funzionamento di tutti i meccanismi prima di inchiodare definitivamente le pareti del cassone. Montiamo ancora l'albero (9), fissandolo nella flangia (10), inserendo una rondella tra il cassone ed il rinforzo (12) e registrando la corona dentata (15) in modo che i suoi denti entrino bene nei denti della ruota (16).

Nella parte VI è descritta la fabbricazione di un'elettrocalamita che possiamo sostituire al gancio per sollevare carichi costituiti da pezzi di ferro.

Esperimenti con aria ed acqua

Sulla piazza della città di Magdeburgo, nell'anno 1654 venne offerto ai cittadini uno spettacolo fuori dell'ordinario. Il sindaco, Otto von Guericke, aveva fatto costruire due semisfere cave di acciaio. Ora, dopo aver riunito le due metà, era stato fatto il vuoto nella sfera ed erano state attaccate quattro coppie di cavalli agli anelli fissati su ogni metà. Ad un segnale, i cavalli tirarono in direzioni opposte, ma nonostante i loro poderosi sforzi, non riuscirono a staccare le due semisfere. Con questo esperimento sensazionale si dimostrò che l'aria esercita una pressione enorme.

A scuola abbiamo imparato che questa pressione corrisponde a circa 1 kg per ogni cm² e dà l'unità di misura per la pressione, l'« atmosfera ». Un'atmosfera di pressione è sufficiente per impedire ad una colonna d'acqua in un tubo, chiuso in cima, di uscire. Il medesimo Otto von Guericke ha costruito un barometro ad acqua, facendo galleggiare su questa colonna d'acqua un ometto di sughero. La pressione dell'aria non è infatti costante: si abbassa quando il tempo volge al brutto e si alza quando fa bello. Nella stessa misura, l'acqua nella colonna si alza e si abbassa, e con essa l'ometto di sughero. Questo barometro è l'antenato del barometro moderno a mercurio, e si basa sul medesimo principio.

Otto von Guericke ha inventato anche le pompe aspiranti e prementi, delle quali parleremo piú dettagliatamente.

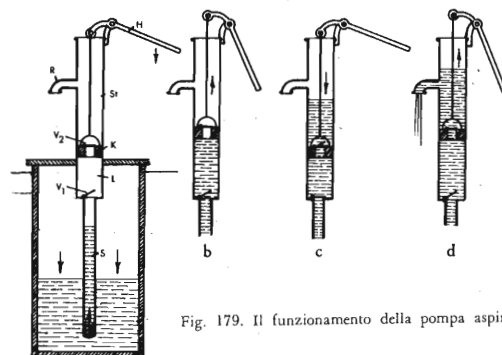



Fig. 179. Il funzionamento della pompa aspirante.

Pompa aspirante e pompa aspirante-premente (figg. **179-184**).

Nella figura **179** è illustrata una pompa aspirante, del tipo che serve comunemente per sollevare l'acqua dai pozzi. Nel cilindro **St** si muove lo stantuffo **K**, mosso dalla leva **H**. Il corpo prosegue nel tubo aspirante **S** che pesca nell'acqua e che è chiuso superiormente da una valvola $\mathbf{V_1}$. Lo stantuffo **K** è attraversato da un foro chiuso a sua volta da una valvola analoga $\mathbf{V_2}$. Abbassando la leva **H**, alziamo lo stantuffo; nello spazio **L** l'aria rinchiusa dovrebbe rarefarsi, se l'acqua del pozzo, sul quale grava la pressione dell'aria esterna, non potesse penetrare nel tubo **S**, sollevando la valvola $\mathbf{V_1}$ (fig. **179 a**) e nel corpo **S** (fig. **179 b**). Se ora abbassiamo lo stantuffo, la valvola $\mathbf{V_1}$ si chiude ed impedisce all'acqua di rifluire, costringendola invece ad alzare la valvola $\mathbf{V_2}$ ed a penetrare nello spazio sopra lo stantuffo (fig. **179 c**). Alzando nuovamente lo stantuffo, la valvola $\mathbf{V_1}$ si apre nuovamente, mentre la valvola $\mathbf{V_2}$, sotto il peso dell'acqua sovrastante, si richiude. Quando la colonna d'acqua sopra la valvola $\mathbf{V_2}$ arriva al livello del tubo di erogazione **R**, può defluire liberamente all'aperto (fig. **179 d**).

Questa pompa permette di sollevare l'acqua che si trova a meno di 10 metri di profondità; tale è infatti l'altezza della colonna d'acqua che, come abbiamo visto, la pressione dell'aria può tenere sollevata. Per pompare il liquido ad altezze superiori, occorre una *pompa aspirante-premente* (fig. **180**). Il corpo **St**, il tubo di aspirazione $\mathbf{R_1}$ e la valvola $\mathbf{V_1}$ sono uguali a quelli della pompa aspirante. Il corpo **St** è poi collegato attraverso gli elementi di tubo $\mathbf{R_2}$, **G** e $\mathbf{R_3}$ con un al-

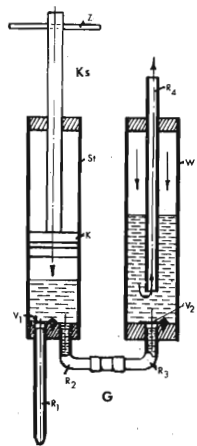



Fig. 180. La pompa aspirante-premente in sezione.

Fig. 181. Cosí si costruisce lo stantuffo.

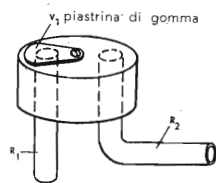



Fig. 182. La sistemazione della valvola.

tro recipiente **W**. All'imbocco di $\mathbf{R_3}$ si trova una valvola $\mathbf{V_2}$. (Il pezzo di collegamento **G** può essere reso lungo a piacere). Un quarto tubo $\mathbf{R_4}$ passa attraverso la testata di **W** e ne raggiunge quasi il fondo.

Supponiamo ora che **W** sia a metà pieno d'acqua. Alziamo lo stantuffo **K** (che in questo caso non è forato): come nella pompa aspirante, la valvola $\mathbf{V_1}$ si apre e lascia entrare l'acqua nel corpo **St**, mentre la valvola $\mathbf{V_2}$, premuta dall'acqua soprastante, resta chiusa. Ora abbassiamo lo stantuffo: la valvola $\mathbf{V_1}$ si

chiude, $\mathbf{V_2}$ si apre, l'acqua passa da **St** a **W** ed entra nel tubo $\mathbf{R_4}$. L'acqua da **W** può uscire soltanto attraverso il tubo $\mathbf{R_4}$, perché la volvola $\mathbf{V_2}$ si chiude subito e non permette alcun riflusso; perciò questo tubo può essere portato ad una lunghezza qualsiasi, permettendo cosí di sollevare a notevole altezza il liquido da pompare.

Vogliamo ora costruirci una pompa di questo tipo. Il corpo **St** può essere fatto da un tubo di vetro o di metallo di 40 mm di diametro e 200 mm di lunghezza. Se il tubo è di vetro, possiamo osservare il gioco delle valvole; d'altra parte il tubo di metallo offre il vantaggio di essere infrangibile e di poter essere collegato con le parti in legno con maggiore facilità. Lo stantuffo **K**, di due dischi di legno 12 mm avvitati fra di loro e provvisto di una scanalatura larga 5 mm e profonda 1-2 mm per la guarnizione di lana o di stoppa (fig. **181**), deve muoversi con esattezza nel cilindro. Esso è mosso con il pistone di legno **Ks** (ø 15 mm), incollato in un foro praticato nel centro e provvisto di un manico **Z**. Due altri dischi di 15 mm di spessore, che chiudano esattamente il cilindro, servono rispettivamente come coperchio e come fondo. Il primo ha un foro per il pistone e viene incollato (od avvitato, nel caso del tubo di metallo). Il secondo ha due fori 7-8 mm, a distanza di 20 mm, nei quali fissiamo due tubetti di vetro lunghi 6 cm, l'uno diritto ($\mathbf{R_1}$), l'altro piegato ad angolo retto ($\mathbf{R_2}$). (Per la piegatura di tubi di vetro, v. parte XV). La giuntura deve essere fatta con colla resistente all'acqua, a tenuta, e senza che i tubi sporgano sopra il legno. La valvola $\mathbf{V_1}$, fatta di un pezzo di gomma (tubolare di bicicletta), è avvitata sopra l'imbocco di $\mathbf{R_1}$ con una piccola vite. Deve coprire non soltanto l'imbocco, ma anche 2-3 mm tutt'attorno (fig. **182**). Per ottenere una buona tenuta, rendiamo questa zona perfettamente liscia.

Fig. 183. La pompa aspirante-premente finita.

Montiamo ora il pistone col suo stantuffo ed incolliamo il disco di fondo. Il recipiente **W** è costruito in modo del tutto analogo. I due dischi di chiusura hanno ciascuna un foro solo; quello superiore porta il tubo di vetro $\mathbf{R_4}$ (per la lunghezza, v. fig. **180**), quello inferiore il tubetto $\mathbf{R_3}$ con la valvola $\mathbf{V_2}$. Facciamo una prova di tenuta, colleghiamo $\mathbf{R_2}$ e $\mathbf{R_3}$ con un tubo di gomma, e la pompa è pronta (tav. XII).

Prima di metterla in funzione, occorre riempire il recipiente **W** con acqua fino ad 1-2 cm sopra l'estremità inferiore di $\mathbf{R_4}$.

Per non dovere tenere in mano l'apparecchio, costruiamo ancora un sostegno (fig. **183**) con quattro assicelle, di cui le due orizzontali provviste di quattro fori nei quali incolliamo i cilindri.

Il tubo aspirante $\mathbf{R_1}$ viene prolungato con un tubetto di gomma che pesca in un recipiente d'acqua; il tubo erogatore $\mathbf{R_4}$ può essere ugualmente provvisto di un tubo di prolungamento, per poter dirigere il getto d'acqua nella direzione voluta.

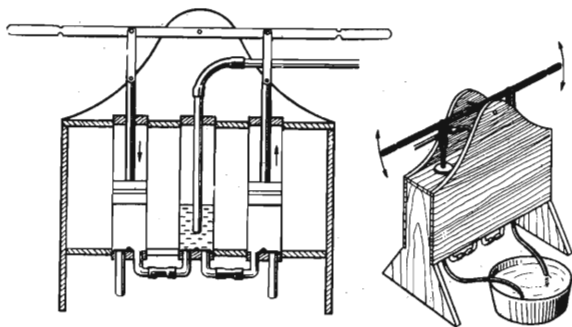



Fig. 184. Pompa aspirante-premente a moto alternato, con due cilindri.

Tutte le parti in legno, prima di essere montate devono venire imbevute in una soluzione di gommalacca in spirito, per evitare il rigonfiamento.

Questa pompa può funzionare anche per aspirare e premere aria, purché tutto sia perfettamente a tenuta. Per questo uso, il recipiente **W** naturalmente non viene riempito d'acqua.

Una pompa con due corpi aspiranti, azionata con una leva unica snodata (fig. **184**), fornisce un getto d'acqua continuo.

Pompe aspiranti a getto d'acqua (fig. 185).

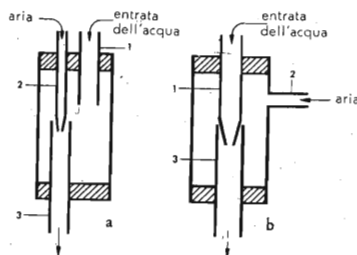



Fig. 185. Pompa a getto d'acqua, in due esecuzioni.

Oltre alla pompa a stantuffo esistono numerosi altri tipi di pompe, per esempio centrifuga, a membrana, ad ingranaggi. Una pompa aspirante per aria, dalla costruzione particolarmente semplice, funziona col getto d'acqua della conduttura. Essa è costituita, nella forma piú semplice, da un tubo di 35-40 mm di diametro e 10 cm di lunghezza, chiuso con due dischi, di cui quello superiore provvisto di un tubo corto **1** ed uno piú lungo e sottile, terminante in punta **2**, quello inferiore di un tubo **3**. Il tubo **2** entra con la punta nel tubo **3**, in una misura che deve essere stabilita con qualche esperimento. Il tubo **1** viene collegato con la conduttura dell'acqua, il tubo **3**, mediante un lungo tubo di gomma, allo scarico. Se facciamo ora passare l'acqua, essa trascina, scaricandosi attraverso **3**, dell'aria che aspira da **2**. Collegando **2** attraverso un tubo di gomma con un recipiente, in esso si farà il vuoto; se il tubo pesca in una vasca, la pompa la vuota.

L'esecuzione in metallo permette di costruire una variante di questo genere di pompe, nella quale il tubo aspirante **2** è saldato lateralmente sul corpo cilindrico (fig. **185 b**).

Fontana di Erone (fig. 186).

La nostra pompa aspirante-premente ci permette di effettuare un semplice esperimento. Chiudiamo col dito il tubo premente e facciamo fare qualche movimento allo stantuffo. Se riapriamo ora il tubo premente, l'acqua esce dal tubo di erogazione anche senza che lo stantuffo si muova. Possiamo spiegare questo fatto soltanto ammettendo che l'aria nel recipiente **W** ha subito una compressione e che preme ora sull'acqua, finché non si ristabilisca l'equilibrio con la pressione esterna.

Su questo principio si basa la cosiddetta « fontana di Erone ». Nella forma piú semplice, il dispositivo è costituito da una bottiglia chiusa a tenuta da un tappo attraverso il quale passa un tubo di vetro terminante in punta. La bottiglia è riempita a metà. Se ora soffiamo nella punta del tubo (che deve arrivare fin quasi al fondo della bottiglia), l'aria immessa gorgoglia attraverso l'acqua e si aggiunge a quella già contenuta nello spazio libero della bottiglia; in questo spazio, l'aria è dunque compressa. Se liberiamo la punta, l'acqua esce a pressione con un getto che man mano si affievolisce fino a cessare del tutto (fig. **186**).

Il greco Erone che ha osservato per primo questo fatto, ha poi sostituito alla pressione dell'aria quella del vapore, ponendo l'apparecchio descritto sopra una fiamma. Il vapore che si sviluppa dall'acqua sotto l'azione del calore

Fig. 186. Fontana di Erone.

Fig. 187. Semplice generatore di vapore.

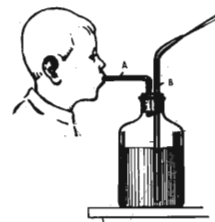
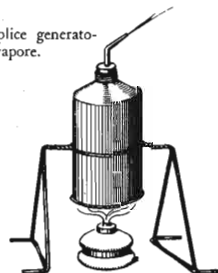



Fig. 188. Spruzzetta.

si comprime nello spazio libero del recipiente, esercitando una pressione sull'acqua sottostante che perciò esce dal tubetto. L'erogazione di acqua cessa soltanto quando il tubetto non pesca piú nel liquido. Noi costruiremo il modello sostituendo alla bottiglia di vetro un recipiente cilindrico di latta (lattina di liquidi detersivi), che appendiamo ad un traliccio di filo di ferro (fig. **187**). La fiamma è data da un piccolo fornello a spirito.

Pieghiamo un poco il tubetto di erogazione perché l'acqua non ricada sull'apparecchio e sulla fiamma. Per raggiungere piú presto la pressione interna necessaria, chiudiamo inizialmente la punta con un po' di mollica. Naturalmente faremo funzionare la fontana di Erone soltanto all'aperto. Attenzione: il getto d'acqua è bollente! Non indirizzarlo contro persone od animali.

La spruzzetta (fig. 188).

Se all'apparecchio descritto aggiungiamo un'altro foro nel tappo e vi introduciamo un tubetto di vetro piegato ad angolo, otteniamo la cosiddetta « spruz-

zetta » (fig. **188**). Soffiando nel tubetto **A**, generiamo nell'interno della bottiglia una pressione d'aria superiore a quella esterna, la quale provoca la fuoruscita dell'acqua attraverso il tubetto **B**. L'erogazione dura finché noi soffiamo. La spruzzetta rende ottimi servizi per innaffiare fiori, per riempire bottiglie dal collo stretto, ecc., perché con essa la quantità di liquido può essere dosata con grande esattezza.

Le livelle (figg. **189-191**).

In due tubi di vetro verticali, collegati da un tubo di gomma e riempiti d'acqua, il liquido si disporrà sempre sul medesimo livello, secondo la legge dei vasi comunicanti (fig. **189**). Questo aggeggio rudimentale rappresenta un semplicissimo mezzo per riscontrare il perfetto orientamento orizzontale di un filo teso, di uno spigolo di muro o di mobile, ecc., oppure anche per misurare eventuali dislivelli. Normalmente si usano però altri strumenti chiamati « livelle »: essi si basano sul fatto che una bolla d'aria in un recipiente pieno di liquido cerca sempre di raggiungere la posizione piú alta possibile. Illustriamo la costruzione di una livella normale da carpentiere, nelle figure **190** e **191**.

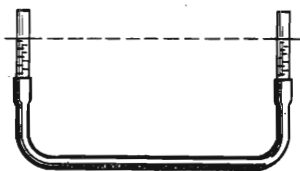



Fig. 189. Livella semplice.

Facciamo preparare dal falegname una lista (1) 60×25×400 mm di legno asciutto e senza nodi, e ritagliamo col seghetto da traforo le due finestre **A** e **B**, la prima a due centimetri dall'estremità del listello e con le dimensioni 25×15 mm, la seconda nel centro, vicino allo spigolo, con le dimensioni 40×14 mm. Poi scaviamo con lo scalpello un incavo nel centro del lato piú stretto della lista, lungo 80, largo 10 e profondo 20 mm; l'incavo comprende dunque completamente lo spazio della finestra **B**. Attraverso la finestra **A** passa invece un canale circolare **D** di 8 mm di diametro.

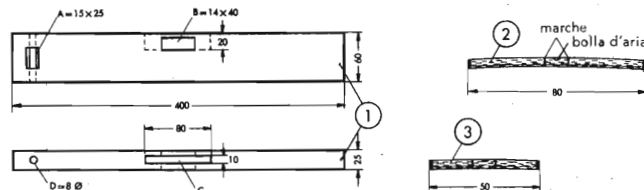



Fig. 190. Misure della livella e dei tubetti di vetro.

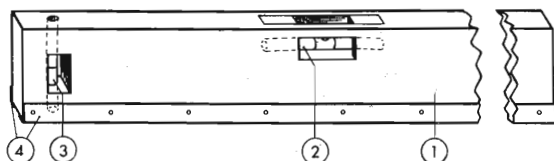



Fig. 191. La posizione dei tubetti.

Le livelle propriamente dette (2) e (3) sono tubi di vetro 6-7 mm, lunghi rispettivamente 80 e 50 mm e provvisti di una curvatura appena percettibile, ma regolare, ottenuta sulla fiamma. Chiudiamo i tubetti ad una delle estremità, e, dopo averli riempiti di acqua lasciando appena una bolla d'aria della grandezza di un pisello, anche all'altra; la chiusura si fa con mastice oppure con ceralacca. Nel centro, ogni tubetto è provvisto di due cerchi a distanza 15 mm fatti con un pennello sottile e con vernice nera o rossa.

Sul bordo inferiore della lista avvitiamo due profilati (4) di ferro od ottone 15×15 mm, lunghi 40 cm come la lista stessa, per evitare le deformazioni del legno ed anche per fornire una base di appoggio per lo strumento finito. Riempiamo poi l'incavo **C** con colofonia fusa o con malta di gesso; introduciamo il tubetto (2) e posiamo la lista su un piano sicuramente orizzontale; poi aggiustiamo la posizione del tubetto finché la bolla d'aria si trova esattamente tra i due cerchi, e controlliamo questa posizione girando il listello di 180°: la bolla deve rimanere nella medesima posizione. Riempiamo poi l'incavo col medesimo materiale fino all'orlo. Esattamente nella stessa maniera procediamo per fissare il tubetto (3) nel foro **D**. Per il controllo, appoggiamo lo strumento ad una parete sicuramente verticale.

La livella viene finita verniciandola con vernice essiccante trasparente: essa ci renderà ottimi servizi per svariate costruzioni.

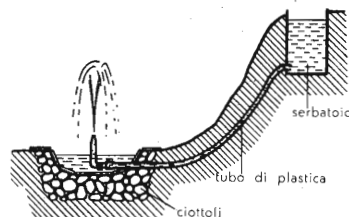



Fig. 192. Fontana da giardino.

Fig. 193. Fontanella da salotto, azionata da pompa centrifuga.

Fontanelle (figg. **192-195**).

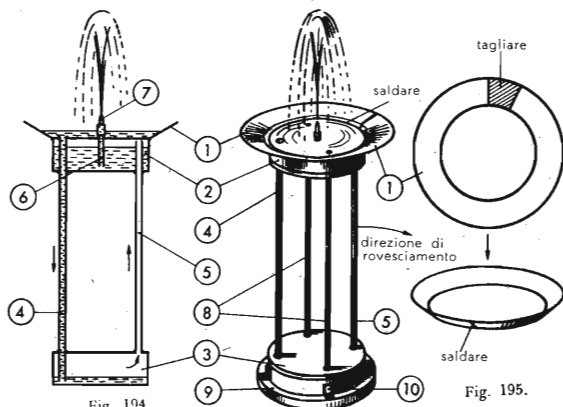
Se nel dispositivo illustrato nella figura **189** (livella semplice) sostituiamo ad uno dei tubetti un imbuto, ed abbassiamo l'altro, da quest'ultimo l'acqua esce a getto, e raggiunge quasi il livello dell'acqua nell'imbuto, anche se il dislivello è forte. Perché non raggiunge esattamente questo livello? Ebbene, l'attrito nel tubo e nell'aria e le gocce d'acqua che ricadono sul getto ascendente consumano una parte della forza viva.

Questo semplice esperimento mostra l'effetto della pressione d'acqua, che viene utilizzata nelle condutture. Comprendiamo ora perché il serbatoio debba sempre trovarsi ad un livello piú alto della presa d'acqua piú elevata, ed anche perché la pressione dell'acqua in una presa a piano terreno sia maggiore che non in una presa dell'ultimo piano.

Possiamo costruire una piccola fontana nel giardino, se abbiamo nelle vicinanze una scarpata sul quale sistemare il serbatoio, che può essere fatto da un vecchio bidone di ferro o di latta. Nella parete facciamo fare un foro vici-

no al fondo, nel quale faremo saldare un tubetto di metallo. Il collegamento con la vasca è assicurato da un tubo di plastica.

La vasca deve trovarsi ai piedi della scarpata o comunque non troppo lontana. Scaviamo una fossa circolare di 60 cm di diametro e 40 cm di profondità, che riempiamo di grossi ciottoli fino a 20 cm; ricopriamo poi il fondo ed i bordi della vasca con vecchie mattonelle, lastre di ardesia o simili. Il tubo di plastica deve arrivare nel centro della vasca e termina in un tubo di vetro piegato ad angolo ed appuntito all'estremità libera (fig. **192**). Chiudiamo le fessure tra le mattonelle con cemento, lasciando però libero il bordo superiore per una larghezza di 3 cm circa. Attraverso le fessure di questo bordo l'acqua potrà uscire dalla vasca e perdersi nel terreno, sicché potremo fare a meno di una conduttura di scarico.

Per far funzionare la fontana dobbiamo naturalmente riempire il serbatoio di acqua, che si consumerà tanto piú presto quanto piú grosso sarà il getto della fontana. Per farla durare a lungo dobbiamo rendere la punta erogatrice il piú sottile possibile. Chi ha la possibilità di deviare un ruscello per riempire il ser-

Figg. 194-195. Fontana di Erone: sezione e costruzione.

batoio non deve badare piú all'economia dell'acqua e può far funzionare la fontana in continuazione; naturalmente in questo caso bisogna anche costruire uno scarico sufficiente, altrimenti inondiamo il giardino.

Recentemente sono state messe in commercio delle fontane per salotto, che una piccola pompa centrifuga a funzionamento elettrico rende indipendenti dal serbatoio. L'acqua che dalla fontana ricade nella vasca ritorna nella pompa e viene nuovamente mandata in alto, in circolazione continua (fig. **193**). Certi modelli sono anche provvisti di illuminazione fissa, con lampadine colorate, o perfino cangiante, con un disco roteante di vetro a settori di differente colore. Potremmo costruirci anche noi un modello del genere, utilizzando le pompette a motore che si possono trovare in commercio, ma vi rinunciamo perché la spesa sarebbe forse eccessiva. Piuttosto cerchiamo di utilizzare le nostre nuove nozioni circa la fontana di Erone, la spruzzetta e la fontana da giardino per fabbricare una fontana

senza pompa e senza serbatoio sopraelevato (fig. **194**).

La vasca di lamiera (1) è nel contempo il coperchio del recipiente (2), ed è attraversata dal tubo (6) che termina sopra il fondo di (2). Il recipiente (2) è attraversato interamente dal tubo (4) che collega la vasca (1) col recipiente (3) nel quale pesca profondamente. Infine, un tubo (5) collega il coperchio di (3) col recipiente (2) ed arriva fin quasi al coperchio di quest'ultimo.

Se riempiamo ora il serbatoio (2) ed aggiungiamo un po' d'acqua nella vasca (1), l'acqua scende da quest'ultima attraverso il tubo (4) nel serbatoio inferiore. L'aria di questo serbatoio preme attraverso il tubo (5) sull'acqua del recipiente (2), che può uscire soltanto dal tubetto (6) attraverso l'ugello (7), formando cosí il getto della fontana. Ma ricadendo nella vasca (1), essa finisce nuovamente nel serbatoio inferiore mantenendo cosí il gioco di pressioni ed il funzionamento della fontana, finché il serbatoio (2) è vuotato. Perciò la durata del funzionamento dipende dalla grandezza del serbatoio (2).

Il tubetto (6) può essere reso svitabile ed al serbatoio (3) possiamo applicare un rubinetto di scarico. Ciò permette di ricaricare rapidamente il serbatoio (2): si svuota il serbatoio (3) attraverso il rubinetto, si svita il tubetto (6) e chiudendo col dito il tubetto (4) si riversa l'acqua nel serbatoio (2). Molto piú semplicemente, si può anche rovesciare di 180° l'apparecchio, facendo defluire l'acqua da (3) a (2) attraverso il tubo (5). Rimessa nella posizione normale, la fontana ricomincia a funzionare. (Tav. XII).

La costruzione di una simile fontana è molto piú facile ed economica di quella di un modello azionato a pompa. Dobbiamo però avere una certa pratica di saldature a stagno. Non vi sono limitazioni nelle dimensioni, ma bisogna tenere presente che dall'altezza dell'insieme dipende l'altezza del getto d'acqua, e dal volume utile dei recipienti (2) e (3) la durata del funzionamento. Il getto d'acqua raggiunge circa la metà della lunghezza del tubo (5); la durata è di 2-5 minuti (a seconda dell'apertura dell'ugello) per ogni litro di contenuto di (2). È opportuno costruire i serbatoi piuttosto larghi e poco alti, affinché l'altezza del getto rimanga sostanzialmente costante. Il serbatoio (3) deve essere un po' piú grande del serbatoio (2).

I serbatoi possono essere ricavati ottimamente da scatole di biscotti e simili. Dopo avere tolta la verniciatura, i coperchi si lasciano facilmente saldare sui barattoli (fig. **195**). Per i tubi (4) e (5) usiamo tubi di ottone con diametri interni tra 8 e 13 mm, che saldiamo nei fori delle scatole. Per l'equilibrio occorre prevedere anche due gambe (8) in ferro tondo 7-8 mm che opportunamente vengono fatte passare attraverso i fondi e i coperchi di ambedue i serbatoi, e saldate ermeticamente. Esse, come pure il tubo (4) dovranno sporgere soltanto di quel tanto (1 mm circa) che serve per una buona saldatura. Il tubetto di erogazione può essere del diametro interno di 5-6 mm, e viene anch'esso saldato a chiusura perfetta nel coperchio di (2). L'ugello (7) è un pezzo di tubo di vetro che termina in punta e che è raccordato al tubetto (6) con un manicotto di gomma.

Il bordo (1) della vasca può essere ricavato da un grande anello di lamiera stagnata, tagliato radialmente in un punto, portato al diametro esatto del serbatoio, saldato in questa nuova forma ed infine saldato sul coperchio del serbatoio (2). Possiamo fare prima qualche tentativo con anelli di cartone, allo scopo di trovare le dimensioni piú favorevoli. Piú primitivo è il bordo fatto di una striscia di cartone incollata tutt'attorno alla scatola e verniciata per renderla resistente all'acqua.

La vasca viene infine verniciata internamente in colore verde-mare; esternamente tutto l'apparecchio può essere colorato a piacere.

Per riempire la fontana, versiamo prima nella vasca tant'acqua quanta cor-

risponde al contenuto del serbatoio (2). L'acqua scende attraverso il tubo (4) nel serbatoio inferiore (3). Rovesciamo ora tutto l'apparecchio, nel senso indicato dalla freccia nella figura **195**; l'acqua si raccoglie nel serbatoio (2). Riportiamo l'apparecchio nella posizione normale e versiamo un altro dito d'acqua nella vasca; con ciò la fontana comincia a funzionare. Quando il serbatoio (2) è vuoto, rovesciamo nuovamente l'apparecchio e sistemiamo sotto il tubetto (6) un recipiente. L'acqua riempie nuovamente il serbatoio (2) e quella in eccesso viene raccolta nel recipiente e serve per provocare poi nuovamente il funzionamento della fontana.

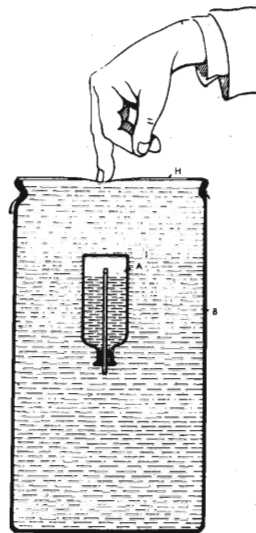
Il diavoletto di Cartesio (fig. **196**).

Con la pressione dell'acqua si può spiegare anche un'altra importante legge di natura, e cioè la legge della *spinta idrostatica*. Spesso noi affermiamo che un corpo galleggia nell'acqua in quanto è piú leggero dell'acqua; ciò non è del tutto giusto, e lo dimostrano i pontoni dei ponti di barche. La corretta formulazione è la seguente: un corpo galleggia quando il suo peso è minore del peso del liquido spostato.

Il *diavoletto di Cartesio* permette di dimostrare con molta evidenza sia la legge della spinta idrostatica che quella della trasmissione uniforme della pressione dell'acqua. Una bottiglietta di medicinali **A** a bocca stretta (fig. **196**) il cui tappo è attraversato da un tubetto sottile di vetro, è tarata con chiodini, palline di piombo o simili materiali in misura tale che galleggi appena appena. Poniamo la bottiglietta in un grande vaso di vetro **B**, riempito completamente d'acqua e chiuso ermeticamente con un foglio di gomma o di carta pergamenata **H** ben teso. Basta ora premere col dito su questo foglio perché la bottiglietta scenda al fondo; togliendo il dito, la bottiglietta risale in alto. Incurvando infatti col dito la membrana di chiusura, noi costringiamo l'acqua, che — contrariamente all'aria — è assolutamente incomprimibile, ad entrare un poco nel tubetto di vetro della bottiglietta, comprimendo cosí l'aria contenuta nella stessa. Il volume dell'aria si trova cosí ad essere leggermente ridotto, e siccome la spinta idrostatica corrisponde al peso del liquido spostato, proporzionale al volume dell'aria (e non al suo peso!), essa non basta ora piú a mantenere a galla il diavoletto. Togliendo la pressione sulla membrana, l'aria compressa nella bottiglietta scaccia l'acqua dal tubetto, il volume di aria rinchiuso torna alla normalità e la spinta idrostatica riporta in alto la bottiglietta.

Fig. 196. Diavoletto di Cartesio.

La spinta idrostatica non è esercitata soltanto dall'acqua, ma naturalmente da ogni liquido. Perciò il ferro galleggia sul mercurio, il carbone sull'acido solforico, ecc., mentre per contro il legno di rovere nella benzina va a fondo. La medesima legge è valida anche per i corpi gassosi, come vedremo subito.

Sappiamo che il nostro globo è racchiuso in uno strato d'aria soggetto alla sua attrazione (se cosí non fosse, infatti, questo strato si allontanerebbe dalla Terra in seguito alla forza centrifuga). Quest'attrazione si esprime in un certo

peso, che l'aria possiede come tutti gli altri corpi, e che si esercita come pressione d'aria: lo abbiamo già visto quando si è parlato del barometro e della pompa. Man mano che saliamo in altezza, la pressione d'aria si fa sempre minore, perché evidentemente la colonna d'aria diventa sempre piú corta e preme sempre meno. Ma da ciò deriva che l'aria è sempre meno compressa, sempre piú diluita, e che ad una certa altezza sarà estremamente rarefatta. Rimanendo sulla Terra, vediamo comunque già che al mare il barometro segna una pressione maggiore che non in alta montagna.

Dunque la pressione dell'aria diminuisce con l'altezza; ma allora i corpi che fossero piú leggeri dell'aria dovrebbero ricevere una spinta dal basso in alto, che in questo caso non potremo piú chiamare idrostatica, ma aerostatica. Intanto rispondiamo alla domanda se vi sono dei corpi ancor piú leggeri dell'aria: certamente, visto che l'aria non è poi cosí leggera come sembra, se su ogni cm^2, come vediamo sul barometro, grava un peso di 1 kg. Infatti, un metro cubo d'aria pesa 1,3 kg, e molti gas pesano assai meno: l'idrogeno, il comune gas illuminante, l'elio, ecc.

Se dunque riempiamo un involucro leggero ma impermeabile (seta) di uno di questi gas, esso deve ricevere una spinta dal basso in alto e perciò alzarsi nell'aria; è questo infatti il principio sul quale si basa il pallone « piú leggero dell'aria » o aerostato. Il gas contenuto nell'involucro ha naturalmente un certo peso che agisce in senso inverso alla spinta aerostatica; un pallone completamente vuoto di ogni gas si alzerebbe piú facilmente di ogni altro. D'altra parte in questo caso l'involucro dovrebbe sopportare una pressione esterna enorme, e non esistono materiali leggeri che siano in grado di resistere ad essa. In ogni modo i fratelli Montgolfier hanno dimostrato fin dal 1783 che basta la spinta aerostatica esercitata su un pallone riempito di aria rarefatta (e cioè piú leggera dell'aria normale) per tenere in volo un pallone, e che, se il pallone è sufficientemente grande, esso può anche sostenere una navicella e dei passeggeri. L'aria rarefatta veniva da loro ottenuta semplicemente con un fuoco acceso sotto l'involucro, aperto inferiormente. L'aria nel pallone veniva cosí riscaldata continuamente, e siccome l'aria riscaldata si espande e con ciò si diluisce, diventa piú leggera e riceve dall'aria piú fredda e piú pesante che ha tutt'attorno una spinta aerostatica. Nel capitolo IX ci occuperemo della costruzione di un piccolo pallone aerostatico ad aria calda.

Motori a vento, ad acqua ed a vapore

Ruote a vento (figg. **197-200**).

Noi tutti sappiamo che il vento, che non è altro che aria in movimento, esercita su tutti gli ostacoli che incontra una pressione tanto maggiore quanto maggiore è la superficie offertagli. Se il vento incontra un piano obliquo, come per esempio **F** nella figura **197**, l'aria si muove secondo le linee tratteggiate ingolfandosi sul davanti del piano dove nasce una zona di pressione, e rarefacendosi dietro il piano dando luogo ad una depressione locale. Se il piano potesse muoversi liberamente e fosse privo di peso, ma obbligato a rimanere nella medesima inclinazione, esso si sposterebbe nella direzione **P**, cioè perpendicolarmente, sotto l'azione combinata delle forze di pressione e di depressione create. Se permettiamo al medesimo piano di spostarsi, ma senza perdere il collegamento fisso con un albero **W** collocato nello stesso senso della direzione del vento, una parte delle forze spingerà il piano nella direzione indicata dalla freccia curva **A**. Come risulta dalla figura, il piano riceve la medesima spinta, in qualsiasi posi-

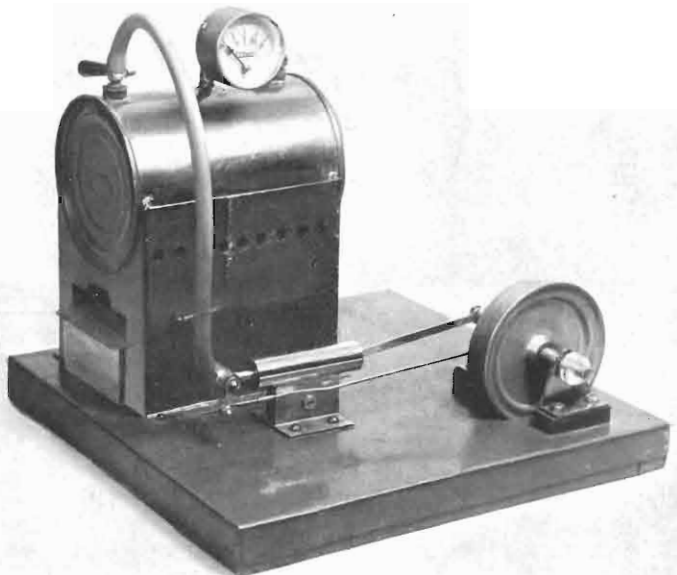
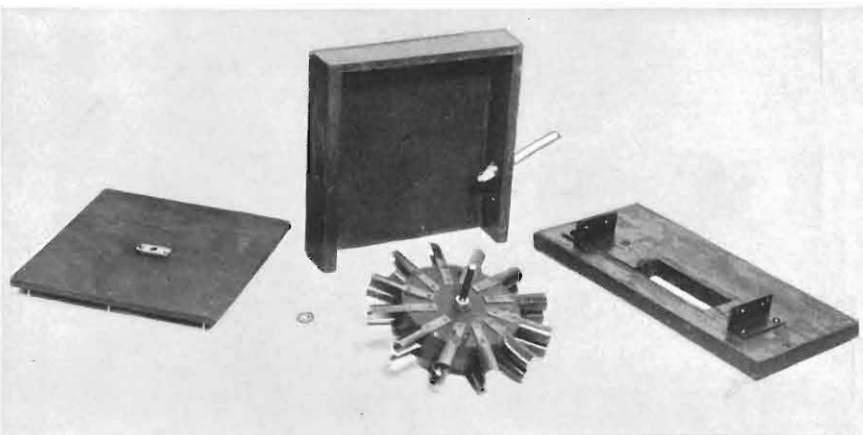



Foto 21. Il modello di macchina a vapore con distribuzione a cassetto.

TAV. XI **Foto 22.** Gli elementi di costruzione della turbina Pelton.

con due viti trasversali. Il corpo rotante **L**, anch'esso di legno duro, è costituito da un listello 40×40×150 mm, nella testata del quale pratichiamo un taglio profondo 30 mm e largo 3 mm. Un foro di 5 mm, all'incirca a metà del corpo rotante, servirà per passare la vite N_2 che funziona da perno. La banderuola **V** è anch'essa di legno compensato 3 mm (fig. **198 d**); la incolliamo ed avvitiamo nel taglio del corpo rotante **L**. Il perno dell'elica è una vite N_1 5×50 mm, a testa tonda; tra l'elica e la testata del corpo rotante, due rondelle di spessore 2-3 mm diminuiscono l'attrito. L'elica deve poter girare liberamente senza avere troppo giuoco. Per diminuire ulteriormente l'attrito conviene forzare nel foro dell'elica un pezzo di tubo di diametro adatto, col vantaggio che il supporto cosí formato è anche piú facile a lubrificarsi.

Il corpo rotante appoggia su una lunga lista di legno **P** 40×40 mm, con la quale è congiunta mediante il medesimo dispositivo di supporto.

Il corpo rotante deve essere esattamente orizzontale; se necessario, lo equilibriamo inchiodandovi, nella posizione voluta, una striscia di piombo.

Come al solito, tutte le parti in legno ricevono una verniciatura: diverranno cosí resistenti alle intemperie.

La ruota a vento può essere fissata in ogni luogo esposto al vento. Se non possiamo fissarla al tetto della casa o di un capannone, la piantiamo profondamente nel terreno dopo aver appuntita l'estremità inferiore del palo **P**. In ogni caso, il palo deve essere sempre esattamente verticale ed il corpo rotante esattamente orizzontale. (Tav. V).

Questa ruota a vento è soltanto un oggetto decorativo; se vogliamo costruirne una piú grande il cui lavoro possa essere utilizzato per far funzionare delle macchine dobbiamo collegare con l'elica una puleggia o un ingranaggio per trasmettere il movimento rotatorio.

Se facciamo girare la ruota rapidamente, con la mano, avvertiamo una forte corrente d'aria. La ruota infatti si scava, per cosí dire, un foro nell'aria, aspirando le particelle che ha davanti a sé e lanciandole nella direzione opposta. Il ventilatore elettrico ci dà la misura della forza con la quale, aumentando il numero dei giri dell'elica, l'aria può venire soffiata in una direzione prestabilita. Per il medesimo effetto, una ruota a vento che non fosse fissa si sposterebbe nell'aria con moto rotatorio, proprio come una vite si scava la propria via nel legno; l'elica degli aeroplani ne è un esempio pratico. Lo stesso principio vale anche per le eliche che girano in liquidi: se fisse, provocano correnti, se mobili si spostano esse stesse. Anche in questo caso, tutti conosciamo l'esempio classico, l'elica delle navi.

Ruote ad acqua.

La ruota ad acqua fatta di un tappo di sughero e palette di legno, con un ago da calza per asse, fa parte delle costruzioni che tutti abbiamo fatte ancora prima di sapere leggere e scrivere. Le pale erano appuntite (fig. **201**) o rettangolari, nel qual caso il tappo portava dei tagli adatti.

Vogliamo ora costruire, invece, una ruota di maggiore impegno, che possa far funzionare un modello di macchina (maglio od altro), ma che possa venire mossa da un corso d'acqua modesto (fig. **202**). Cerchiamo prima il punto del ruscello dove monteremo l'impiantino: deve avere almeno 8 cm di profondità e non piú di 40 cm di larghezza. Se necessario, restringiamo la larghezza con una piccola diga di terra e sassi, ed otterremo nel contempo anche un leggero aumento di livello.

Tagliamo due dischi circolari di diametro 40 cm, in legno di spessore 1,5-2 cm (fig. **203**). I dischi possono essere anche composti di due semicerchi tenuti insieme da listelli trasversali. Ogni disco ha un foro centrale (3 cm). Otto tavolette 30×12×1 cm vengono inchiodate a distanze uguali tra i due dischi. Se il lavoro è stato eseguito accuratamente, i due fori centrali dei dischi si trovano esattamente contrapposti; possiamo perciò già infilare l'asse **W**, un legno tondo (⌀ 3 cm) di 80 cm di lunghezza, e fissarlo con piccoli chiodi sulla ruota, in modo che da una parte sporga di piú che dall'altra. Nella parte piú lunga, fissiamo due chiodi **D** (7-8 cm) a distanza di 5 cm, ad angolo retto fra loro. Nelle testate dell'asse, due robusti chiodi servono da perni che girano nei tagli appositi di due listelli $\mathbf{L}_1$ appuntiti ed affondati nel

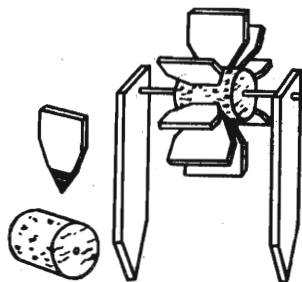



Fig. 201. Ruota idraulica elementare.

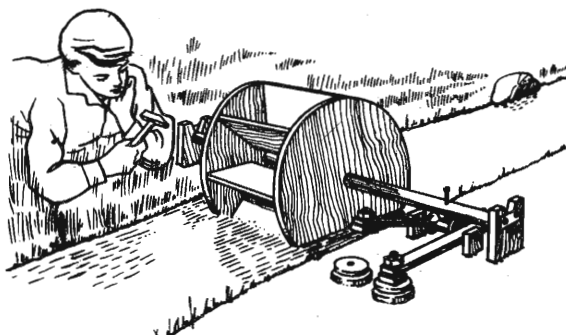



Fig. 202. Ruota idraulica con maglio

terreno (spessore 2 cm). La lunghezza dei listelli di supporto deve essere tale che la parte affondata nel terreno garantisca una buona stabilità e che la parte sporgente sia tanto alta che la ruota penetri nell'acqua per almeno 5 cm di profondità. Due strisce di lamiera avvitate impediscono che l'asse **W** si sollevi.

Come illustrato nella figura **203**, i due chiodi **D** con ogni giro dell'asse **W** devono colpire due volte le leve **H**, in ritmo alternato. Queste leve sono liberamente movibili attorno all'asse **T** e separate tra di loro da una bobina **Z** lunga 3 cm. L'asse **T** — che passa per le leve a circa 4 cm dalla loro estremità — è portata da due listelli appuntiti $\mathbf{L}_2$ affondati nel terreno. Tutto il meccanismo deve essere montato in modo tale che le leve si trovino proprio in corrispondenza dei chiodi **T** e da essi vengano abbassate ad ogni giro della ruota.

Le leve dei magli sono fatte di listelli 20×2×1,5 cm, le loro testate di bulloni corti, l'asse **T** di un chiodo lungo 10 cm (⌀ 4-5 mm). I magli battono su incudini di legno **P**, di cui la parte piana può essere rivestita di ferro per rendere piú « sonoro » il lavoro del maglio.

La forza di questa ruota è sufficiente per azionare tutta una serie di modelli, attraverso una trasmissione a puleggia fissata sull'asse: per esempio una piccola teleferica che corre lungo una scarpata, un carillon i cui martelletti percuotono campanelli da bicicletta variamente accordati ecc. Un esempio di trasmissione diretta a manovellismo è illustrato in figura **204 a**.

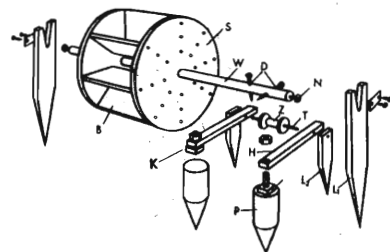



Fig. 203. Dettagli della costruzione.

Abbiamo scelto un giocattolo: due figure che stanno segando un tronco d'albero. Il movimento è trasmesso dalla manovella (1) e la biella (2). I pezzi (4) e (5) sono di legno, dallo spessore da 5 a 10 mm a seconda delle misure che vogliamo dare all'insieme. Il pezzo (6) non è composto, ma ritagliato tutto intero in lamiera o legno compensato sottile. Le giunture sono assicurate da viti sottili (fig. **204 b**). Uno dei due pezzi (5) è forato longitudinalmente; nel foro trova posto un filo di ferro (7) che arriva fino quasi al basamento del gruppo, dove termina in un occhiello. Il cavalletto (8), costruito in modo elementare da listelli di legno, è fisso sul basamento (10); un pezzo di legno tondo (9) rappresenta il tronco da segare, già a metà tagliato. Le figure dei due omini sono incollate nelle fessure apposite del basamento.

Per fissare la manovella (1), lunga 3 cm circa, provvista di un foro per il chiodo **N** in cui termina l'asse della ruota ad acqua, dobbiamo tagliare la capocchia al chiodo. Il collegamento deve essere fisso. La manovella porta poi una vite (2) come perno per la biella (la distanza della vite dal chiodo **N** [centro a centro] è pari a metà dell'escursione che si vuol dare alla sega). La biella (3), un filo di ferro robusto con due occhielli alle estremità, collega la vite (2) ed il filo di ferro (7). Come al solito, tutte le parti in legno vengono verniciate.

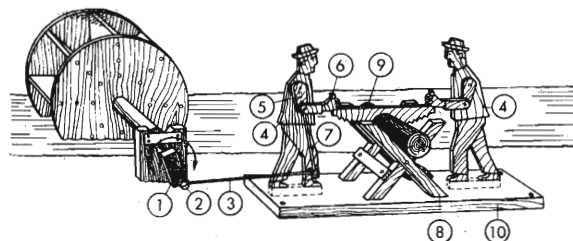



Fig. 204 a. La ruota idraulica muove un giocattolo.

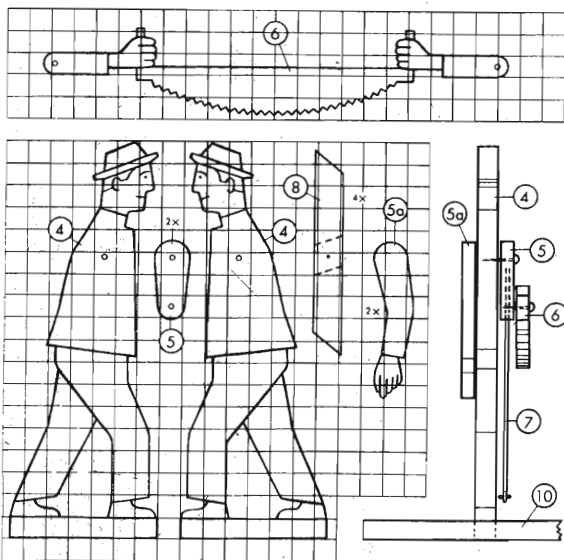



Fig. 204 b. Misure della figura e schema di montaggio.

Con una ruota ad acqua di almeno 60 cm di diametro e 35 cm di larghezza possiamo, se la corrente di acqua è sufficientemente rapida, far funzionare anche una dinamo da bicicletta, illuminando cosí tutto l'impianto (fig. **205**).

Fig. 205. Energia elettrica fornita dalla ruota ad acqua.

Con tre dischi di legno compensato due di 40 ed uno di 39 cm di diametro, formiamo la puleggia di comando **A**, che naturalmente deve essere forata in centro per poterla infilare sull'asse; essa viene avvitata direttamente ad una delle ruote. Una cinghia tonda di cuoio trasmette il movimento alla puleggia comandata **B** di 4 cm di diametro esterno, solidale con un disco di legno **C** spesso 2 cm e del diametro 12 cm, su un asse costituito da un bullone 8 mm (lunghezza 6 cm circa). Questo gruppo è montato, mediante i due angoli **D**, sul medesimo basamento sul quale trova posto anche la dinamo da bicicletta **F** portata dal cavallotto **G** di ferro piatto. Le misure devono essere scelte in modo che la ruota zigrinata della dinamo tocchi, nella posizione inferiore della dinamo, il disco **C**, il cui bordo può essere rivestito di una striscia di gomma per aumentare l'attrito.

Dipingiamo tutto con vernice all'olio, e, se vogliamo, copriamo tutto il basamento con un cassone, con una sola apertura per la cinghia di trasmissione.

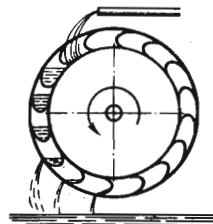



Fig. 206 a. Ruota idraulica « a ferita di sopra. »

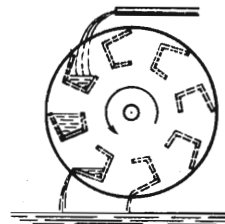



Fig. 206 b. Costruzione delle cassette.

Le grandi ruote ad acqua che fanno funzionare le macine nei mulini sono generalmente « a ferita di sopra »; s'intende con quest'espressione che l'acqua arriva sulle pale, trasformate di solito in « cassette », cioè cave, dall'alto. Le cassette si riempiono d'acqua quando sono nella posizione piú alta, trascinano la ruota mediante il loro peso e, arrivata alla posizione piú bassa, si vuotano. L'energia fornita deriva dunque dal peso dell'acqua, non dal suo movimento (fig. **206 a**). Il dispositivo richiede un canale di alimentazione, derivato a monte del corso d'acqua e che porti l'acqua col minimo possibile di pendenza fin sopra la ruota.

Possiamo costruirci una ruota idraulica del genere sostituendo alle palette del modello precedente delle cassette costituite da tre assicelle ciascuna (figura **206 b**). Essa potrà servire quando disponiamo di un salto d'acqua.

Turbine.

Abbiamo già visto che l'energia dell'acqua fluente non viene praticamente utilizzata nelle ruote idrauliche; solo una piccolissima parte della sua forza viva serve infatti a dare un impulso alla ruota, tutto il resto viene assorbito prima di potersi manifestare. L'acqua che si riversa dalle pale o cassette nel sottostante canale di scarico toglie altra forza alla ruota idraulica, perché si oppone al movimento rotatorio. Si è perciò cercato di costruire delle ruote nelle quali l'acqua entri ancora con tutta la sua forza viva e che, mediante la particolare forma delle pale, permettano l'assorbimento integrale di questa energia.

Nelle *turbine* (fig. **207**), l'acqua viene condotta in un distributore **Ls** e soltanto da questo passa all'organo rotante (« ruota girante ») **L**. Nello schema illustrato, l'acqua arriva a tutte le pale della ruota girante contemporaneamente, perché l'asse **W** di questa è disposto verticalmente. Essa è costretta a cedere tutta la propria forza viva scorrendo lungo la sagoma curva delle pale e cade poi, senza piú alcun contenuto di energia, nel pozzo di scarico.

Esistono svariatissimi altri modelli di turbine, per esempio con il distributore interno, con la ruota girante esterna, o inferiore (fig. **208**), con la ruota verticale, ecc. Una costruzione particolare, chiamata col nome del suo inventore Pelton, fa a meno del distributore; in essa, l'acqua viene gettata attraverso un ugello sulle pale della ruota, a forma di doppia cassetta. Il getto, suddiviso in due dallo spigolo tagliente tra le due cassette, rifluisce verso l'esterno della pala e cede interamente la sua energia (fig. **209**).

Fig. 208. Turbina con elementi sovrapposti.

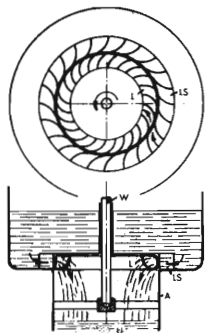
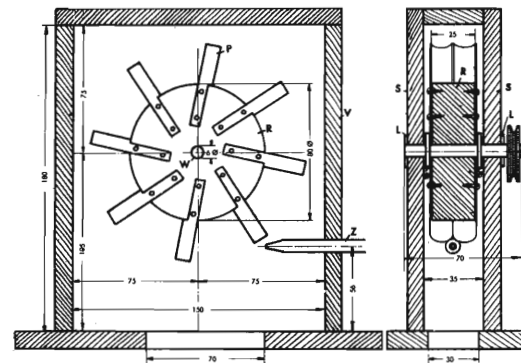



Fig. 207. Sezione di una turbina. In alto: distribuzione e ruota girante.

Fig. 209. Pala della turbina Pelton.

Costruzione di una piccola turbina Pelton.

Vogliamo ora costruire un modello semplificato di turbina Pelton. Nella figura **210** il modello è visto in sezione e la ruota anche di fianco, la figura **211** mostra la turbina finita. La ruota **R** è un disco di legno di spessore 25 mm e diametro 80 mm, con un foro centrale di 6 mm. Le pale sono di lamiera d'alluminio 0,8 mm, in numero di otto, e sono sagomate come risulta dalla figura **212**, con lo spigolo interno reso tagliente. Esse vengono avvitate sulla ruota a distanze uguali, con una leggera inclinazione (v. fig. **210**). Il cassone si costruisce con tavole di un cm di spessore, nelle misure che risultano dalla figura. La parete laterale **V** è forata a circa 55 mm dalla base; attraverso questo foro passa un tubetto di vetro di 10-12 mm di diametro esterno, leggermente conico all'estremità all'interno del cassone. (Per la lavorazione dei tubi di vetro, v. parte XV). Un'apertura 70 × 30 mm nel fondo permette l'uscita dell'acqua. Le due pareti **S** sono forate (8 mm) nella posizione indicata, per permettere il passaggio dell'albero, un'asta d'acciaio ⌀ 6 mm, lunghezza 85 mm. Montiamo ora il cassone con l'eccezione di una parete **S**, inseriamo la ruota avendo cura di porre tra essa ed il cassone una rondella **B**, infiliamo sull'asse un'altra rondella **B** per lo stesso scopo ed infine montiamo l'ultima parete.

Per assicurare che il movimento dell'albero nei supporti avvenga con poco attrito, ricopriamo i due fori nelle pareti **S** con due piastre di ottone **L** (3 × 20 mm), provvisti ciascuno di un foro di 6 mm per l'albero e due forellini per le viti. L'albero, che sporge di 2,5 cm, viene corredato di una puleggia adatta. Infine il tubo **Z** viene registrato in modo che la sua punta sia appena fuori della traiettoria delle pale. Possiamo ora montare il cassone sul basamento, passando quest'ultimo con viti lunghe e sottili oppure usando squadrette di ferro.

La turbina viene poi collegata alla conduttura dell'acqua mediante un tubo di gomma. Un modello semplificato di rotante è illustrato nella figura **214**, dove le pale doppie sono sostituite da pale a curvatura semplice.

La tavola XI mostra un modello leggermente diverso da quello descritto, con 12 pale e con un ugello montato un po' obliquamente.

Fig. 210. Sezione di un modello di turbina.

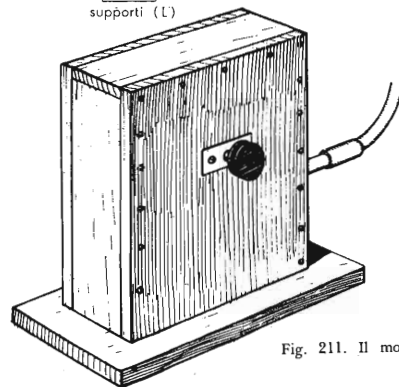



Fig. 211. Il modello finito.

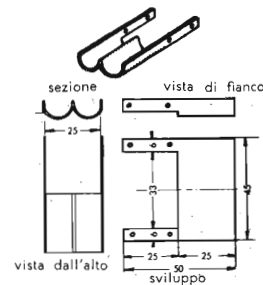



Fig. 212. Costruzione delle pale.

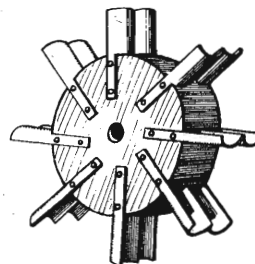
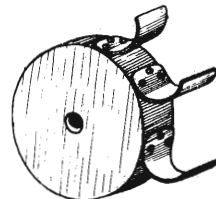



Fig. 213. La ruota girante finita.

Fig. 214. Modello semplificato di ruota girante.

Macchine a vapore

Nella fontana di Erone abbiamo visto utilizzata la tendenza del vapore ad espandersi, e la pressione dovuta a questa tendenza. Praticamente la pressione del vapore ottenuto riscaldando, viene utilizzata nelle *macchine a vapore*. Già nel XVII secolo era stato ideato un dispositivo nel quale uno stantuffo, spinto da vapore compresso, si muoveva in un cilindro ed il suo movimento veniva trasmesso su un braccio di leva mediante una biella. Ma queste prime macchine a vapore avevano poche possibilità di applicazione pratica, perché si doveva provvedere, con la manovra di valvole azionate a mano, all'introduzione del vapore alternativamente da una parte e dall'altra dello stantuffo. Fu James Watt che, nel 1763, ideò una macchina in cui la distribuzione del vapore avveniva automaticamente.

Nella figura **215** è illustrato, in modo schematico, il funzionamento di questa macchina a vapore a doppio effetto, con cilindro fisso. Il movimento alternativo dello stantuffo viene trasmesso dall'asta alla testa a croce, da questa alla biella ed infine dalla biella alla manovella. Nel cilindro **Z**, entro il quale si muove lo stantuffo **K**, sboccano due canali per vapore **a** e **b** che possono essere chiusi e aperti alternativamente mediante il giuoco della valvola **S**. La valvola si trova in un cassetto **Sk** che è collegato attraverso il tubo **A** con la caldaia a vapore. Supponiamo ora che la valvola si trovi nella posizione illustrata nella **I**: il vapore può entrare attraverso **a** nella parte sinistra del cilindro, e spinge lo stantuffo verso destra; il vapore che già si trova nello spazio a destra passa attraverso **b** nel condotto di scarico **B**. Ma il movimento dello stantuffo si trasmette sulla manovella, imprimendo un moto rotatorio all'albero ed alla ruota eccentrica solidale con esso; la ruota eccentrica, attraverso un gioco di leve, muove la valvola verso sinistra. Quando lo stantuffo è arrivato alla fine della sua corsa, all'estremità destra del cilindro, la valvola è invece arrivata all'estremità sinistra del cassetto, chiudendo l'orificio **a** ed aprendo quello **b**. Attraverso **b** il vapore entra ora nella parte destra del cilindro, spingendo il cilindro verso sinistra; il vapore nello spazio a sinistra passa attraverso **a** nel canale di scarico **B** (**II**).

Nelle posizioni estreme dello stantuffo, la manovella e la biella si trovano su una linea retta, e la spinta non si traduce in un moto rotatorio. I due punti in cui avviene questo fenomeno si chiamano « punti morti ». Per evitare che la macchina si fermi, l'albero porta una ruota pesante detta « volano », la cui forza viva, una volta messa in movimento la macchina, trascina l'albero oltre questi punti morti, assicurando inoltre maggiore regolarità al movimento rotatorio.

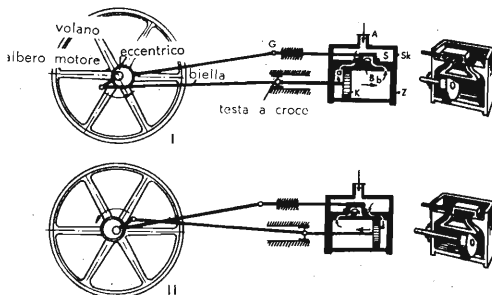



Fig. 215. Funzionamento della macchina a vapore.

Tutti questi movimenti sono piú facilmente comprensibili con l'aiuto di un piccolo modello in legno od anche in cartone che renda evidenti le singole fasi di funzionamento ed in particolare quelle del movimento dell'eccentrico e della valvola.

Nel nostro secolo, la pressione del vapore è stata utilizzata anche per azionare delle turbine, analoghe nel loro funzionamento alle turbine ad acqua. Per sfruttare meglio la pressione del vapore compresso (« tensione di vapore »), esso viene costretto ad uscire attraverso ugelli molto stretti arrivando cosí con getto potente sulle pale del dispositivo di distribuzione; siccome, poi, mantiene ancora una parte della propria tensione dopo aver messo in moto la prima ruota girante, il vapore entra subito in un altro sistema distribuzione-rotazione, poi in un altro ancora, e cosí via, fino a perdere completamente ogni pressione. Il vapore sfruttato si raccoglie infine in un recipiente detto « condensatore » nel quale mediante raffreddamento (iniezione di acqua fredda) viene riportato allo stato liquido. Dato che il vapore occupa uno spazio molto superiore a quello richiesto dalla corrispondente quantità d'acqua, nel condensatore si ha una depressione che aspira il vapore dalla turbina ed aumenta cosí il dislivello di pressione e con ciò la potenza della turbina. (Del resto, anche il tubo di scarico della turbina ad acqua esercita un'azione di aspirazione sull'acqua nella turbina ed aumenta cosí il dislivello di pressione).

Costruzione di una macchina a vapore.

Per costruire un modello di macchina a vapore (fig. **216**) occorre una certa abilità ed una attrezzatura piú completa di quella finora impiegata, tuttavia ridurremo le difficoltà al minimo. Gli utensili necessari sono i seguenti:

forbici per lamiera	martello di peso medio
saldatore per saldatura a stagno	tenaglie
trapano a mano con punte di vario diametro	pinza
	pinza per occhielli
lima per metallo, piana	serie di maschi da filettatura 2,6 mm
lima per metallo, mezza tonda	filiera 1,6 mm
sega da traforo con seghetti per metallo	filiera 2,6 mm
	scalpello
morsetto	

Possiamo fare a meno dei maschi e delle filiere se faremo eseguire le filettature dal meccanico.

Come basamento usiamo un'asse piana 20×20 cm, spessore 20 mm, nella quale pratichiamo una fessura per il volano (fig. **217**) e che ricopriamo di lamiera (basta la banda stagnata che possiamo ricavare da una scatola di conserva). Ritagliando la lamiera prevediamo anche i bordi, che pieghiamo lungo gli spigoli dell'assicella dove li inchiodiamo. L'apertura corrispondente alla fessura viene tagliata con lo scalpello. Verniciatura della lamiera: in grigio o blu-acciaio.

Costruzione della caldaia: Il corpo della caldaia è costituito da un barattolo di conserva di banda stagnata, ⌀ 70-75 mm, lunghezza 100-120 mm, non ammaccato. Non importa se il barattolo è verniciato esternamente; internamente la stagnatura deve essere in buono stato; non deve presentare tracce di ruggine; i bordi devono essere saldati e ripiegati. Al posto del coperchio tagliato saldiamo, con abbondanza di stagno per essere certi della buona tenuta, un disco di banda stagnata di diametro adatto. Le armature sono: una bocchetta per il vapore, una per il riempimento ed una valvola di sicurezza. Queste, nonché la valvola di in-

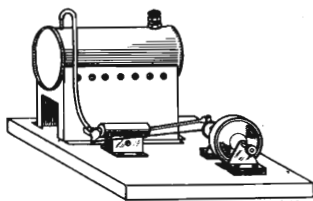



Fig. 216. Il nostro modello di macchina a vapore.

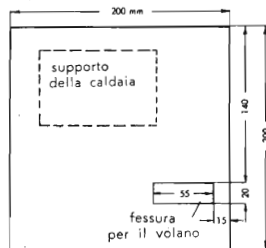



Fig. 217. Basamento.

terruzione e il manometro, possono essere comperati nei negozi specializzati. Possiamo però procedere anche noi stessi a queste costruzioni.

Bocchetta di riempimento: Ci procuriamo un bulloncino di ottone (ø 6 mm, lunghezza 10 mm, testa esagonale) con dado. Foriamo la caldaia con una punta ø 7 mm e saldiamo il dado esattamente sopra il foro (fig. **218**). Per ottenere una saldatura a tenuta perfetta, stagniamo prima con abbondanza il bordo del foro e la faccia inferiore del dado, poi puntiamo il dado esattamente sopra il foro e chiudiamo la fessura con abbondante stagno. La vite deve poi poter girare liberamente nel dado. Come guarnizione, usiamo due dischetti di gomma dello spessore di 1 mm (ricavati da una camera d'aria da bicicletta), ø 12 mm, con foro 6 mm (meglio se fatto con la fustella).

Bocchetta di vapore: È un pezzo di tubetto d'ottone, lungo 20 mm e con ø interno 3 mm. Viene saldato in un apposito foro della caldaia, praticato a sinistra della bocchetta di riempimento. A questo punto verifichiamo la tenuta della caldaia, collegandola a mezzo di un tubo di gomma con una pompa da bicicletta ed immergendola in un secchio pieno d'acqua. Creando un po' di pressione nella caldaia, i punti non a tenuta si manifesteranno con la formazione di bollicine d'aria; essi dovranno venire accuratamente chiusi a stagno.

Valvola di sicurezza: La colleghiamo con la bocca di riempimento (fig. **218**). Foriamo il bullone nel senso della lunghezza con punta 2,3 mm. Da un pezzo di ottone piano (spessore 1-2 mm) ricaviamo il piatto che foriamo nel centro con punta 1,5 mm; nel foro saldiamo un chiodo di ottone dello stesso diametro, lungo 20 mm, esattamente perpendicolare. Questa saldatura deve avvenire dall'alto, per cui il chiodo dovrà sporgere di 1 mm circa dal piatto. Il chiodo viene poi filettato all'altra estremità per circa 5 mm, con la filiera 1,6 mm; ci procuriamo poi un dado adatto, che riduciamo al diametro 4,5 mm perché possa passare attraverso il foro del dado saldato sulla caldaia. Montiamo ora la valvola infilando sul chiodo una guarnizione di gomma, passando il pistoncino attraverso il bullone, infilando una molla adatta ed infine avvitando il piccolo dado che servirà anche per registrare, a seconda della profondità alla quale lo avvitiamo, la pressione della molla.

Supporto e fornello: Nella figura **219** è riportato lo sviluppo del supporto, che può essere anch'esso fatto di banda stagnata. Le misure indicate si riferiscono ad una caldaia di 70 mm di diametro e 110 mm di lunghezza, e devono essere variate se il barattolo presenta delle misure differenti. I fori servono per dare aria al fornello. Il bordo inferiore viene piegato a squadra ed è inchiodato sul basamento (fig. **218**). La caldaia deve poggiare bene sulle sedi curve del supporto; basta poi fissarla con una goccia di stagno in ognuno dei

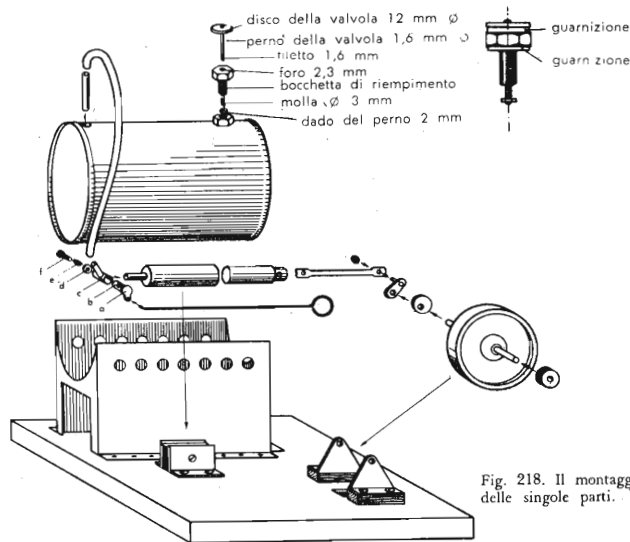



Fig. 218. Il montaggio delle singole parti.

quattro angoli. La costruzione del fornello avviene secondo le misure indicate nella figura **220**; ad una scatola piegata da un solo pezzo, saldata negli spigoli, applichiamo un coperchio attraverso il quale passa un tubetto di lamiera lungo 30 mm e ø di 10 mm, sporgente di 5 mm circa. Tutte le giunture devono essere accuratamente saldate. Lo stoppino (tondo, ø 5 mm) deve pescare quasi sul fondo.

Cilindro e distribuzione del vapore: Il cilindro è costituito da un tubo di ottone lungo 50 mm, del diametro esterno di 13 mm, interno 10 mm. Limiamo le estremità in modo che siano perfettamente piane. Una delle aperture viene chiusa con un dischetto di ottone (spessore 1 mm, ø 14 mm) provvisto di un foro centrale di 4 mm (fig. **221**). In questo punto saldiamo un tubetto di ottone lungo 15 mm, diametro interno 2-3 mm.

Come *stantuffo* usiamo un tubo di ottone lungo 35 mm, ø esterno 10 mm, interno 7 mm; anche qui le estremità vengono limate ed una delle aperture chiusa con un dischetto di ottone, questa volta pressato nel diametro interno. Attenzione: lo stagno non deve colare sull'esterno dello stantuffo! Nell'altra apertura forziamo per 5 mm un pezzo di ottone (o ferro) tondo da 7 mm, provvisto di un taglio profondo 10 mm e largo 2 mm (fig. **221**) e di un foro trasversale (1,5 mm). Nel foro passerà il perno per la biella.

Lo stantuffo non entrerà con facilità nel cilindro, e perciò dobbiamo adattarlo. Ciò si ottiene coprendolo con un impasto di polvere di smeriglio in olio lubrificante e muovendolo nel cilindro, sia in senso longitudinale, sia rotatorio, finché il movimento avviene senza resistenza alcuna.

La biella, in lastra di ottone, ha le misure indicate nella figura e viene fissata — come già detto — nel taglio dello stantuffo, con un perno d'acciaio della lunghezza di 8 mm, sul quale deve poter girare con facilità.

Per evitare la difficile costruzione di un distributore a cassetto, ci limitiamo alla distribuzione con un rubinetto a tre vie, la cui funzione è illustrata nella figura **222**. Il corpo del rubinetto è attraversato da tre aperture, due piú piccole da una parte ed una piú grande di fronte. Nel corpo gira con perfetta aderenza alla parete il cosiddetto « maschio », attraversato da un foro. A

Fig. 219. Sviluppo del supporto della caldaia.

Fig. 221. Cilindro, stantuffo e biella.

Fig. 220. Costruzione del fornello.

seconda delle posizioni del maschio, l'interno del cilindro viene messo in comunicazione con la conduttura del vapore o con l'esterno. Il maschio è collegato con la leva dell'eccentrico e viene cosí automaticamente girato nell'una o nell'altra posizione, con ritardo rispetto al movimento della biella. Questo ritardo è dovuto dall'angolo tra la manovella e la retta che, sulla ruota eccentrica, collega il centro di questa e l'albero di rotazione, e che è di 100° circa.

La costruzione del rubinetto è illustrata nelle figure **218**, **223** e **224**. Il corpo è costituito da un tubo **c**, identico a quello che abbiamo usato per lo stantuffo, ma lungo soltanto 13 mm. Per la posizione ed il diametro dei fori, v. disegno; i tre fori devono trovarsi nel medesimo piano. Il maschio cilindrico **b** è un pezzo di ottone tondo (⌀ 7 mm, lunghezza 12 mm). Le estremità del corpo e del maschio devono essere esattamente piane. Una delle testate riceve un foro profondo 4 mm e con ⌀ 2 mm, filettato con filetto 2,6 mm. Il maschio viene poi forato trasversalmente con punta 1,5 mm, ed il foro reso conico da una parte con punta 3 mm. Infine, saldiamo sulla testata opposta a quella del foro filettato un disco sagomato **a**, curando che lo stagno non coli sul mantello cilindrico. Procediamo poi all'adattamento del maschio nel corpo **c**, analogamente a quanto fatto per il cilindro e lo stantuffo. Gli altri pezzi che completano la costruzione sono illustrati nelle figure **223** e **224**: un disco **d** di ottone, perfettamente piano e liscio; una molla **e**, debole, lunga 7 mm circa e del diametro adatto perché si possa infilare sulla vite **f** (⌀ 2,6 mm, lunghezza 10 mm), senza però poter uscire dall'altra parte sopra la testa. Montiamo ora il rubinetto, facendo entrare **b** in **c**, infilando **e** e **d** su **f**, ed avvitando **f** nel foro di **b**. Anche

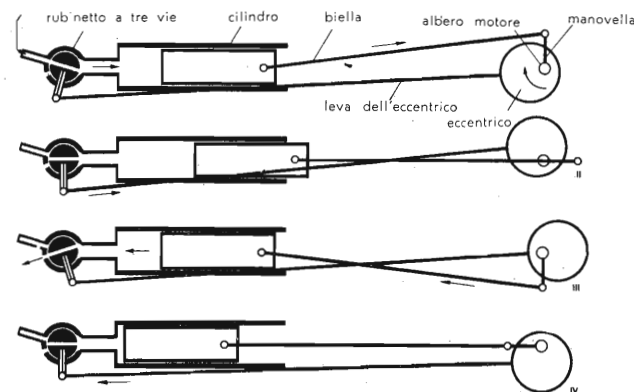



Fig. 222. Come lavora il comando del rubinetto.

nel rubinetto montato, il maschio deve poter girare liberamente in **c**; se è il caso, usiamo una molla piú debole.

Qualche difficoltà può dare la saldatura del bocchettone **g** (conduttura del vapore) al corpo **c**. Essa deve infatti essere perfetta e robusta, e d'altra parte lo stagno non deve assolutamente colare nell'interno. Per ultimo, saldiamo il bocchettone che collega il rubinetto col cilindro; questa saldatura non è difficile, ma — come per tutte le altre — occorre usare il saldatore molto caldo, affinché lo stagno fonda subito ed il pezzo non si riscaldi interamente, col rischio di rovinare le saldature effettuate in precedenza.

Supporto per il cilindro, eccentrico ed albero: Questi elementi sono illustrati nelle figure **225-227**. Il *supporto* per il cilindro di distribuzione è costituito da due profilati angolari di ottone (2 × 15 × 15 mm), da un blocchetto di legno 8 × 15 mm e da un bulloncino 4 mm con dado che collega insieme i tre pezzi. Il piano superiore viene limato concavo fino ad adattarsi perfettamente al corpo del cilindro (fig. **225**); infine saldiamo il cilindro sul suo supporto (fig. **216**).

Per la *ruota eccentrica* usiamo una puleggia a gola, di metallo o legno duro, possibilmente a gola semicircolare e non triangolare. Se esiste già un foro centrale, esso deve avere un diametro tale da non impedire l'applicazione del foro eccentrico (⌀ 4 mm) esattamente a 3,5 mm dal centro (fig. **227**).

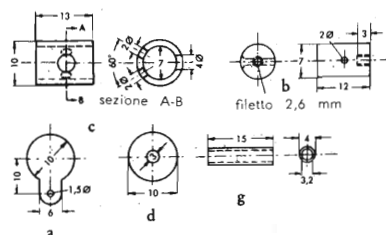



Fig. 223. Particolari del rubinetto.

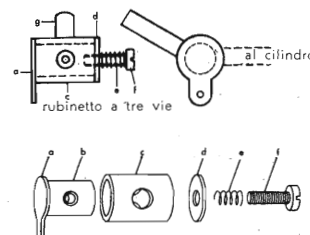



Fig. 224. Montaggio del rubinetto.

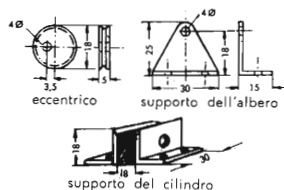



Fig. 225. Eccentrico, supporto del cilindro, supporto dell'albero.

Fig. 226. Manovella a perno.

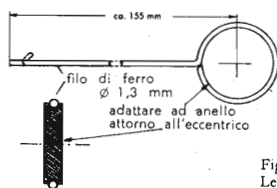



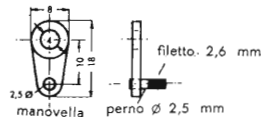
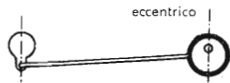
Fig. 227. Leva dell'eccentrico.

Fig. 228. Posizione rispettiva di eccentrico e manovella.

L'albero è di acciaio, lungo 55 mm circa e di diametro 4 mm, e gira in supporti fatti di profilati di ottone (2×10×25 mm). Se non troviamo il volano già fatto in qualche negozio, lo possiamo fondere da noi in piombo, salvo poi farlo tornire e forare dal meccanico. La manovella è di lastrina di ottone 3 mm (fig. **226**) ed il suo perno di ferro deve essere perfettamente perpendicolare; dopo averlo forzato nel suo foro, lo saldiamo per maggiore sicurezza. Il perno è filettato per appena 3 mm.

Forziamo ora la manovella sull'albero, la saldiamo per maggiore sicurezza (anche qui, attenzione che sia perfettamente perpendicolare!), e montiamo gli altri pezzi secondo la figura **218**. Evidentemente, l'albero deve girare con facilità nei suoi supporti, mentre il volano e l'eccentrico devono essere solidali con l'albero; per quanto riguarda il volano, possiamo saldarlo addirittura, l'eccentrico dovrebbe invece lasciarsi spostare, sia pure con sforzo, per poterlo poi registrare nella posizione piú favorevole. Prima di fissare il volano sull'albero, costruiamo la leva dell'eccentrico, di ferro 1,5 mm (fig. **227**), il cui anello deve poter girare liberamente nella scanalatura dell'eccentrico stesso.

Montaggio: Montiamo ora i supporti della caldaia con viti o bulloni sul basamento, e cerchiamo il punto esatto per il supporto del cilindro. A questo scopo, infiliamo la biella nel perno della manovella e spostiamo il cilindro finché biella e manovella vengono a giacere sulla medesima retta (fig. **222 IV**) e lo stantuffo tocchi quasi il coperchio del cilindro. Avvitiamo ora il supporto del cilindro; l'albero deve poter girare, e lo stantuffo muoversi con facilità nel cilindro. Avvitiamo ora il dado di sicurezza sul perno della manovella e portiamo albero e rubinetto di distribuzione (parte **a**) nella posizione della figura **228** (intermedia). Pieghiamo la leva dell'eccentrico ad uncino in modo che in questa posizione possa venire fissato nel foro del pezzo **a**.

Formiamo ancora la conduttura di vapore tra caldaia e rubinetto con un pezzo di tubo di gomma, ed il nostro modello è pronto. Prima di procedere alla messa in moto, ricordiamoci di lubrificare bene tutti i supporti e collegamenti mobili.

Messa in moto: Riempiamo la caldaia a metà con acqua calda; approntiamo il fornello a spirito e accendiamo. Dopo un po' di tempo, la pressione di vapore è sufficiente: facciamo fare all'albero qualche giro, muovendo il volano, per eliminare l'acqua condensata, finché sentiamo che la macchina comincia a funzionare. Possiamo forse migliorare l'effetto, girando di qualche grado l'eccentrico.

Il tubo di gomma che forma la conduttura di vapore ha anche la funzione di valvola di sicurezza supplementare. Se infatti la valvola normale è registrata (mediante l'avvitamento del dado sulla molla) per una pressione eccessiva di esercizio, il vapore compresso, invece di uscire attraverso di essa, strapperà il tubo da uno dei bocchettoni. In questo caso, provvediamo a registrare la valvola per una pressione di molla minore, ed eventualmente sostituiamo la molla con una piú debole. Se invece il vapore esce dalla valvola di sicurezza invece di far girare la macchina, la molla è compressa in misura insufficiente oppure essa è troppo debole e deve venire sostituita. Il bocchettone di riempimento deve essere avvitato solidamente ed a tenuta. Raccomandiamo di non sostituire il tubo di gomma con una conduttura di metallo, a scanso di esplosioni!

Per interrompere il flusso del vapore, possiamo usare uno stringitubo che si applica sul tubo di gomma. Nel modello della tavola II, il bocchettone di uscita è sostituito da un rubinetto conico, inoltre in esso è stato applicato anche un piccolo manometro. Tutti questi pezzi sono disponibili in commercio.

Spegnendo il fornello, il vapore nella caldaia si raffredda e si condensa. Questo processo può essere accelerato se raffreddiamo la caldaia esternamente con uno straccio bagnato. Siccome l'acqua occupa un volume molto minore della corrispondente quantità di vapore, nella caldaia si forma una depressione; sotto la pressione atmosferica esterna, la nostra macchina si metterà perciò a girare a rovescio. Attenzione a non esagerare (straccio troppo bagnato o troppo freddo): se la depressione è troppo forte, la pressione esterna può schiacciare la caldaia!

Motori a combustione

Una miscela di gas illuminante e d'aria dà luogo, se messa in contatto con una fiamma o scintilla, ad una combustione immediata, la quale si manifesta come esplosione. Già all'inizio del secolo XIX alcuni tentativi vennero fatti per utilizzare questo fenomeno in motori a pistone; soltanto nel 1876 si ebbe però un'applicazione veramente pratica di questa forza, nel motore chiamato col nome del suo inventore tedesco Otto. Il motore Otto funzionava soltanto a miscela gas/aria; senonché, il medesimo principio venne poi usato per miscele di benzina/aria nei motori che stanno, come tutti sappiamo, alla base dello sviluppo dell'automobile e dell'aeroplano.

Il « quattro tempi » a benzina.

Nella figura **229**, si vede lo schema di costruzione e di funzionamento di un motore a quattro tempi. Come nella macchina a vapore, ci troviamo in presenza di un cilindro nel quale si muove uno stantuffo o pistone collegato con una biella. Nella parte superiore del cilindro vi sono due valvole: una, **Ve**, chiude la conduttura che proviene dal carburatore (non figurante nel disegno), mentre l'altra, **Va**, è collegata con lo scarico. Tra le valvole, una candela di accensione **Z** sporge nell'interno del cilindro; i poli della candela sono collegati, tramite un dispositivo di interruzione della corrente, con una bobina di induzione. Come

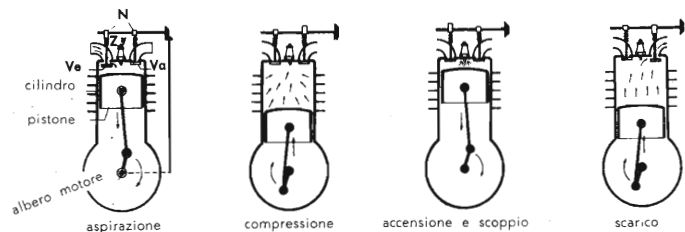



Fig. 229. I quattro tempi del motore.

vedremo in seguito, una bobina di induzione è in grado di trasformare la tensione fornita da una pila in una tensione molto piú alta: tanto alta da far scoccare una scintilla tra le estremità di due conduttori, se queste vengono portate ad una distanza sufficientemente piccola tra loro. Il dispositivo di interruzione viene comandato dallo stesso albero, in maniera tale che la scintilla tra i due poli della candela scocca quando il pistone ha raggiunto una data posizione nel cilindro.

Ad ogni giro dell'albero corrispondono due « tempi ». I motori per automobile funzionano tutti a quattro tempi, corrispondenti cioè a due giri dell'albero. I quattro tempi sono illustrati nella figura. Nel primo disegno, il pistone ha appena superato la posizione piú alta; la valvola di entrata **Ve** è stata aperta automaticamente, da una « camma » (piccolo elemento eccentrico montato su un albero **N** comandato dall'albero motore, schematicamente indicato nella figura). Il pistone che scende nel cilindro aspira ora dal carburatore una miscela di vapore di benzina e di aria (Tempo 1°). Quando il pistone è arrivato al punto piú basso della sua corsa, la valvola di entrata si chiude; risalendo, il pistone comprime la miscela aspirata (Tempo 2°). Superato dal pistone il punto morto superiore, una scintilla fornita dalla candela provoca l'esplosione della miscela; il pistone viene spinto in basso con grande forza (Tempo 3°). Soltanto in questo tempo il motore fornisce dunque del lavoro; il movimento del pistone si trasmette attraverso la biella sull'albero motore provvisto di volano. Grazie all'energia fornita al volano, il pistone prosegue la sua corsa oltre il punto morto inferiore, contemporaneamente si apre, anch'essa comandata da una camma, la valvola **Va**, ed il gas combusto esce nello scarico (Tempo 4°).

Come abbiamo visto, il motore fornisce energia soltanto in uno dei quattro tempi, mentre negli altri tre esso consuma una parte dell'energia accumulata nel volano. Per rimediare a questo inconveniente, si devono collegare quattro cilindri e pistoni che lavorano insieme sul medesimo albero motore, in modo tale che i loro cicli di rotazione si alternino. Cosí si ottiene che in qualsiasi momento uno dei quattro pistoni si trovi in fase di lavoro, ed il volano — che serve soltanto a superare i punti morti — può essere mantenuto di dimensioni minori.

Un altro grave svantaggio del motore a scoppio è costituito dalla necessità — che la macchina a vapore non ha — di essere « avviato »; infatti le fasi di aspirazione e di compressione (che consumano energia) devono sempre avere luogo prima che si abbia la fase di scoppio (che invece ne fornisce). L'avviamento oggi viene effettuato da un motorino elettrico alimentato dalla batteria elettrica e che imprime all'albero motore un moto rotatorio iniziale.

L'effetto del motore a scoppio è dato dal numero dei giri dell'albero motore; per regolare questa velocità, si agisce sull'alimentazione dei cilindri ai quali si forniscono quantità maggiori o minori di miscela. I dispositivi che servono a questo scopo sono molto piú complessi che non nella macchina a va-

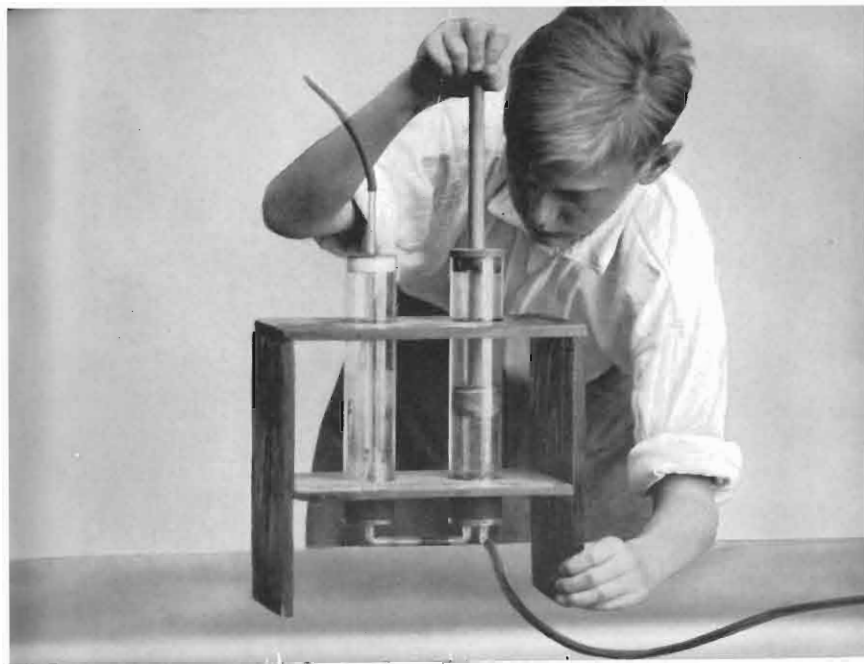



Foto 23. Modello semplice di pompa aspirante-premente.

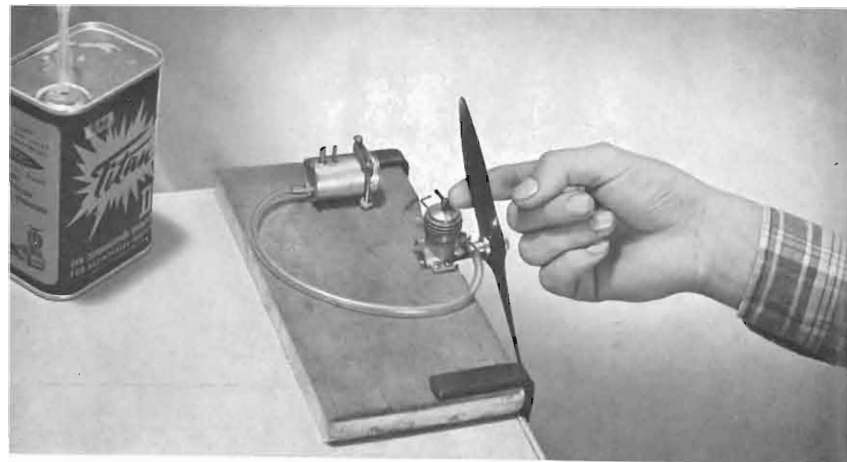
Foto 24. La fontana da salotto senza pompa e tubazioni.

TAV. XII

Foto 25. Il motore Diesel per modelli sul banco di prova.

TAV. XIII **Foto 26.** Modello di aeroplano frenato con motorino Diesel.

pore; prima di tutto, la miscela deve essere preparata appositamente. Ciò a viene nel *carburatore*, dove, sotto l'aspirazione data dal movimento del pistone nel cilindro, la benzina liquida entra attraverso un foro sottile (ugello) in forma finemente suddivisa, e viene miscelata con l'aria (fig. **230**). La miscela cosí formata deve poi passare attraverso un tubo che un disco mobile **K**, comandato dal pedale di accelerazione, può chiudere in misura piú o meno accentuata (« farfalla »). Affinché poi la benzina arrivi all'ugello in misura uniforme, tra il serbatoio del carburante ed il carburatore è inserita una camera (« vaschetta ») in cui, grazie ad una valvola **V** collegata con un galleggiante **S**, il livello della benzina viene mantenuto costante, corrispondente all'altezza dell'ugello (legge dei vasi comunicanti); raggiunto questo livello, il galleggiante spinge la valvola contro la conduttura di carburante e la chiude.

L'albero motore riceve il suo impulso di rotazione, come abbiamo visto, da una serie di scoppi successivi; ne consegue che la sua velocità di rotazione è altissima (fino a 6000 giri al minuto). Questa velocità deve essere fortemente ridotta per poter agire sulle ruote; allo scopo provvede un dispositivo di ingranaggi multipli chiamato « cambio ».

Per la stessa ragione, deve essere possibile interrompere il collegamento tra l'albero motore e le ruote quando si avvia il motore (ed anche quando si passa da un « rapporto » di cambio ad un altro). Il collegamento è perciò costituito da due dischi paralleli che durante la marcia sono fortemente premuti uno contro l'altro da una molla, ma che possono essere staccati premendo una leva (« frizione » e « pedale di frizione »), in modo che l'albero motore possa girare senza trasmettere il suo movimento al cambio. Il dispositivo è schematicamente illustrato nella figura **231**.

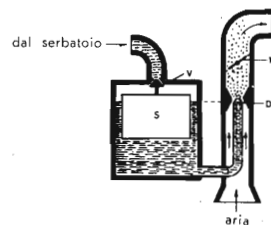



Fig. 230.
Schema del carburatore.

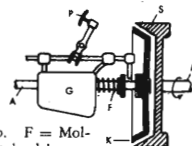



Fig. 231.
Frizione:
S = Volano. k = Piatto. F = Molla di pressione. G = Scatola del cambio. A = Albero di trasmissione. P = Pedale di comando frizione. M = Albero motore.

Il motore a due tempi.

Accanto ai motori a quattro tempi sono stati costruiti anche quelli a due tempi, nei quali, cioè, viene fornita energia ad ogni movimento in basso del pistone; questi motori lavorano senza valvole, perché è lo stesso pistone che libera e ostruisce alternativamente le aperture del cilindro, che servono per l'immissione della miscela e per l'espulsione dei gas di scarico.

Nella figura **232** è illustrato il funzionamento del motore a due tempi. In **1**, la miscela si trova compressa nella parte superiore del cilindro e sta per scoccare la scintilla della candela che la deve far esplodere. Lo scoppio preme in basso il pistone che comprime la miscela che è entrata attraverso **E**; lo stesso pistone che scende chiude l'entrata **E** ed apre invece l'apertura **A** di scarico (**2**). Al punto morto inferiore il pistone lascia libero anche l'orifizio superiore del canalino **U** che collega le due parti del cilindro (**3**). La miscela compressa passa cosí dal basso in alto; intanto il pistone risale, chiude **A** e **U** e comprime il gas in alto, mentre libera **E** da dove entra nuova miscela (**4**). Al punto morto superiore riprende il ciclo come in **1**.

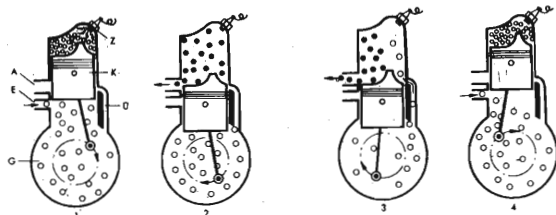



Fig. 232. Funzionamento del motore a due tempi.

Contrariamente a quanto avviene nel motore a quattro tempi, nel motore a due tempi l'olio per lubrificare il cilindro viene aggiunto addirittura al carburante. Gli altri elementi del motore (carburatore ecc.) sono sostanzialmente identici.

Motore ad iniezione (Diesel); motorino Diesel per modelli.

Meglio che nel motore a benzina, il carburante viene sfruttato nel motore ad iniezione chiamato, dal nome del suo primo costruttore, motore Diesel, che inoltre, nei modelli utilizza invece di benzina, l'olio pesante (nafta), altrimenti pressoché inutilizzabile e perciò molto economico. Si tratta sempre di motori a quattro tempi, nei quali i singoli tempi sono: aspirazione di aria, compressione dell'aria aspirata fino a 40 atmosfere (!) con conseguente riscaldamento fino a 500 °C, iniezione del carburante attraverso un ugello finissimo, scoppio della miscela per autoaccensione in seguito all'alta temperatura.

Su questo principio sono basati anche i minuscoli motori disponibili in commercio, appositamente studiati per far funzionare modelli di automobili, aeroplani o natanti. A rigore, non si tratta di motori Diesel, perché la loro concezione ricorda piuttosto il motore a due tempi, con carburatore, aperture di entrata e di uscita e canali di collegamento, ma senza candela (fig. **233**). Il pistone (3) aspira, nel suo movimento ascendente, la miscela attraverso il tubo (6) nella camera (1), e la spinge nel suo movimento discendente, attraverso un canalino di collegamento, nella camera di scoppio (superiore). La testa di cilindro (2) è priva, come già detto, di candela; essa è chiusa non da un coperchio fisso, ma da un contropistone mobile (4) registrabile mediante la vite (5). Si può dunque restringere lo spazio libero tra pistone (nella sua posizione piú alta) e contropistone, ottenendo una compressione sufficiente perché la miscela

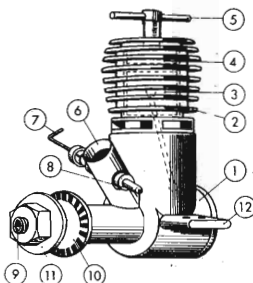



Fig. 233. Motorino Diesel per modelli.

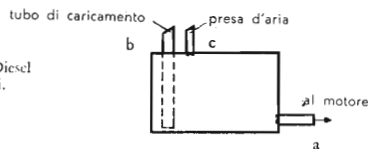



Fig. 234. Serbatoio.

— e qui sta l'affinità col motore Diesel — scoppi per autoaccensione. Come carburante si usa una miscela di petrolio, etere ed olio di ricino, disponibile in commercio; il petrolio è il carburante propriamente detto, l'etere serve per innestare lo scoppio e l'olio di ricino funge da lubrificante.

Il serbatoio può essere comperato già bell'e fatto oppure costruito da noi (fig. **234**). Il tubetto saldato **a** è collegato col bocchettone (8) del motore attraverso un tubo di plastica, il tubo **b** serve per introdurre la miscela e **c** mette in comunicazione l'interno del serbatoio con l'aria esterna.

L'uso del motorino Diesel (tav. XIII).

Per l'azionamento di modelli di aeroplani, l'elica si avvita sull'albero motore (9) con l'aiuto del dado (11) e della rondella disegnata nella figura **233**; la ruota zigrinata (10) assicura la solidità del collegamento. Per renderci conto di come funziona un motorino del genere, lo montiamo con quattro viti sul basamento di prova, un'assicella spessa 1,5 cm con una rientranza per la parte inferiore del cilindro (fig. **235**). Le flange (12) devono poggiare interamente sul legno, che viene fissato al tavolo con due morsetti (fig. **236**). Il serbatoio è tenuto da un elastico teso tra due viti. Giriamo ora l'elica nel senso delle lancette dell'orologio: ad un certo punto sentiremo che la resistenza raggiunge un massimo, e ne possiamo dedurre che il pistone è arrivato vicino al punto morto superiore. È opportuno che questo punto venga raggiunto quando l'elica è verticale; ciò ci faciliterà poi la messa in moto. Giriamo ora l'ago (7) fino in fondo e poi per due o tre giri nuovamente all'infuori; chiudiamo col pollice della mano sinistra il tubo (6) e giriamo l'elica con la destra finché il carburante è arrivato nel tubo. Se togliamo ora il pollice sinistro, il carburante non deve rifluire verso il serbatoio (se questo avviene, il serbatoio deve essere portato leggermente piú in alto). Il flusso del carburante può essere controllato agevolmente grazie alla trasparenza del tubo di plastica.

Diamo ora alcuni colpi secchi all'elica, vicino al mozzo, ritirando ogni volta il dito perché non venga colpito quando il motore si avvia. Ciò ben difficilmente avverrà dopo i primi tentativi; devono essere infatti registrate sia la compressione che l'alimentazione del motorino. La prima può essere aumentata girando la vite (5) verso destra ed abbassando cosí il contropistone; possiamo constatare la sempre maggiore resistenza che l'elica oppone. Se il motore non si avvia, diamo dunque un quarto di giro alla vite (5), poi un altro quarto di giro ancora, e cosí via, finché si raggiunge il grado giusto di compressione ed il motore parte. A questo punto, si registra l'alimentazione, girando nell'una o nell'altra direzione l'ago (7), correggendo, se è il caso, ancora la compressione, finché non si raggiunga il rendimento migliore del motorino. Questa registrazione è un po' delicata ed occorre avere una certa esperienza per « sentire » quando il motore lavora come si deve; le istruzioni d'uso spiegano la cosa con abbondanza di particolari, senza poter però sostituire interamente quel « senso del motore » che solo l'esperienza può dare.

Se proprio non riusciamo a far partire il motore, ricorriamo a chi ce l'ha venduto per farlo registrare, piuttosto di perdere delle ore in vani tentativi, magari col rischio di danneggiare il meccanismo; ciò è particolarmente facile quando si tratta di motorini di cilindrata minima (0,5-1 cc). Il guasto piú frequente è la rottura dell'albero motore nel gomito, quando il contropistone è troppo basso e non permette al pistone di arrivare fino al punto morto superiore. Se perciò sentiamo una forte resistenza girando l'elica, evitiamo nella misura piú assoluta ogni tentativo di forzarla. Lo stesso effetto disastroso si ha

Fig. 235. Banco di prova: basamento x = larghezza della parte inferiore del cilindro.

Fig. 236. Motorino con elica sul banco di prova.

quando l'alimentazione è troppo abbondante e la camera di scoppio si riempie di miscela liquida (non comprimibile, come sappiamo) invece che della miscela aria/carburante vaporizzato.

Superate tutte queste difficoltà, ci accorgeremo che un motorino del genere ha un rendimento che, tenuto conto delle sue dimensioni e del suo peso, è addirittura sbalorditivo. Già un motorino di 0,8 cc di cilindrata riesce a far girare un'elica di 18 cm con la velocità di 10.000 giri al minuto; un motore 2,5 cc sviluppa ben 1/3 di HP!

Esistono in commercio anche motorini a candela, generalmente a due tempi, che però sono già alquanto piú pesanti perché provvisti di bobina ecc. e perciò ormai poco usati per modelli mobili. In un altro tipo di motorino, l'accensione avviene ad opera di una piccola spirale, inserita nella testata del cilindro, la quale viene resa incandescente da una pila; questo motorino funziona ad alcool metilico (metanolo) ed il carburante sviluppa tanto calore da mantenere l'incandescenza in continuità; una volta avviato il motore, la pila può perciò essere staccata.

IV. OTTICA

Chissà quante volte ciascuna di noi si è trovato a guardare con ammirazione le vetrine di un negozio di ottica, piene di apparecchi fotografici, di binocoli, microscopi e proiettori... e quante volte i nostri desideri si sono concentrati su un ingranditore, su un telemetro o su un visore stereoscopico. E spesso tutto rimaneva un desiderio, perché i soldi non bastavano e perché, d'altra parte, sembrava impossibile pensare che simili meraviglie della tecnica potessero essere costruite da noi stessi. Eppure — anche se non è certamente il caso di costruirsi degli apparecchi fotografici, che oggi possono essere acquistati con poche migliaia di lire, meno di quanto costerebbero l'otturatore o le lenti comperati separatamente — molti dispositivi ottici possono essere fabbricati in casa con poca spesa e con un po' di abilità. Dobbiamo procurarci soltanto le lenti e delle lastre di vetro normali ed opache, che il vetraio ci taglia secondo le misure richieste.

Quello che si può fare con gli specchi

La spia.

Se il babbo non vuole essere disturbato e qualcuno suona alla porta, ci troviamo in un bel pasticcio: aprire? forse è un seccatore; non aprire? e magari è un caro amico o qualcuno con un messaggio importante. In questi casi è bene

Fig. 237. Montaggio della « spia » sul serramento.

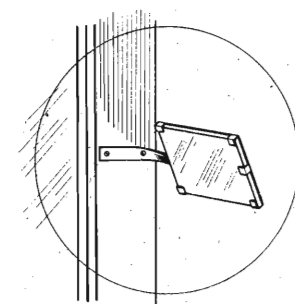



Fig. 238. Cosí si ritaglia il portaspecchio di lamiera.

Fig. 239. Col periscopio si vede al di sopra degli ostacoli.

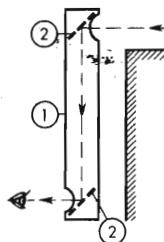



Fig. 240. Cammino della luce nel periscopio.

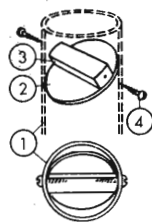



Fig. 241. Il montaggio del portaspecchio; schizzo di posizione e vista dall'alto.

aver disposto una « spia », cioè uno specchietto 5×7 cm montato esternamente alla finestra (fig. **237**). Come montatura serve un pezzo di lamiera di alluminio 1 mm tagliato come nella figura **238**, le cui orecchie ripiegate trattengono lo specchio, mentre due viti che passano attraverso i fori nel « manico » lo fissano al serramento. Basta poi piegare il « manico » in modo che dall'interno della stanza si possa vedere la porta.

Il periscopio.

La spia ci permette dunque di vedere indirettamente cose e persone. Con maggiore eleganza e comodità, lo stesso effetto può essere ottenuto col periscopio, noto strumento in uso nei sottomarini (fig. **240**). Nel tubo (1) sono inseriti due specchi (2), in modo tale che i loro piani siano paralleli e inclinati di 45° rispetto all'asse del tubo. Davanti ad ogni specchio, un foro nel tubo permette l'entrata e rispettivamente l'uscita dei raggi della luce. Vogliamo ora costruire un periscopio basato su questo principio, che potrà servirci per osservare senza essere visti (fig. **239** e tav. XIV).

Per il tubo (1) ci serviamo di un tubo di cartone (⌀ 6 cm, lunghezza 40-50 cm), disponibile nei negozi di articoli da disegno. Come specchi usiamo comuni specchietti tascabili rotondi, sul cui dorso incolliamo dei listelli 2×2×6 cm (3), ai quali sagomiamo le testate secondo la curvatura del tubo. Tagliamo i fori del tubo con un temperino ben affilato: quello superiore con un diametro di 5 cm, quello inferiore (oculare) con un diametro di 3 cm. Per montare gli specchi conviene togliere i fondelli del tubo. Fissiamo ora lo specchio inferiore con due viti, in modo che esso si trovi esattamente di fronte al foro e che, guardando attraverso quest'ultimo, si veda l'apertura superiore del tubo centrato con lo specchio. Nella medesima maniera fissiamo lo specchio superiore, nel quale si dovrà vedere centrato lo specchio inferiore (fig. **241**). Incolliamo ora i due fondelli, ed il periscopio è pronto.

Osserviamo che nella spia gli oggetti si vedono rovesciati, mentre nel periscopio — grazie alla doppia specchiatura — l'immagine si trova nella stessa posizione dell'oggetto reale.

Il telemetro (tav. XIV).

Con due specchi possiamo anche costruire un telemetro, dispositivo che assomiglia un po' al periscopio. Questo interessante ed utile apparecchietto funziona come illustrato nella figura **242**. Nel tubo a sezione quadrata (1) sono praticate tre finestre, due, (2) e (3), all'estremità sinistra ed uno (4) all'estremità destra. Un po' al di sopra della finestra (3) è fissato uno specchio (5) a 45° d'inclinazione; di fronte alla finestra (4) si trova uno specchio (7) girevole. Guardando attraverso la finestra (2) un oggetto, per esempio la chiesa **A** che si vede attraverso la finestra (3), si può vedere nello specchio anche un altro oggetto non direttamente visibile, per esempio l'albero **B** che si trova a destra della chiesa e piú lontano di essa. L'immagine di **B** è infatti ripresa dallo specchio (7) e da questo rimandata sullo specchio (5), secondo la linea tratteggiata ---- (fig. **I**). Se giriamo ora lo specchio (7) nella direzione della freccia, arriviamo ad una posizione in cui, nello specchio (5), non si vede piú **B** ed appare **A** (fig. **II**), e dopo un po' l'immagine di **A** nello specchio coinciderà con l'immagine di **A** nella finestra (3) (fig. **III**).

Piú l'oggetto **A** si trova vicino, maggiore è l'angolo per il quale lo specchio mobile deve essere girato per far coincidere le due immagini. Perciò ad ogni posizione dello specchio corrisponde una data distanza dell'oggetto. Se dunque colleghiamo lo specchio con una scala adatta, possiamo leggere su di essa direttamente la distanza dell'oggetto **A**. Dalla distanza dei due specchi (5) e (7) dipende la portata dello strumento; nei telemetri per uso militare la distanza può essere anche di 6 metri e permette di misurar distanze fino a parecchi chilometri. Noi costruiremo un telemetro di lunghezza 70 cm per distanze fino a 200 m, che ci basterà per seguire e misurare le traiettorie degli aeromodelli o di natanti (fig. **242**).

Nella figura **243** sono illustrati i singoli elementi per la cassetta, che può essere in legno d'abete 10 mm o compensato 6 mm. Inchiodiamo ed incolliamo la cassetta senza però fissare il coperchio. Lo specchio (5) (25×35 mm) è incollato su un cuneo di legno (6) (attenzione che gli angoli siano precisi!) e questo fissato al suo posto come si vede nella figura **244**. Attraverso la finestra (2) si deve vedere il fondello **f** centrato e verticale. Lo specchio (7) (65×35 mm) sarà incollato su un'assicella delle stesse misure e dalle due testate oblique (8), che però prima deve essere montata e registrata. L'assicella porta una cerniera (9) avvitata esattamente a squadra (cioè a 90° rispetto all'asse) ed un rinforzo (12) di lamiera 1 mm (10×30) piegato sul bordo dell'assicella. L'altra parte della cerniera è avvitata sul blocchetto (10) (15×20×45) a sua volta fissato sulla pa-

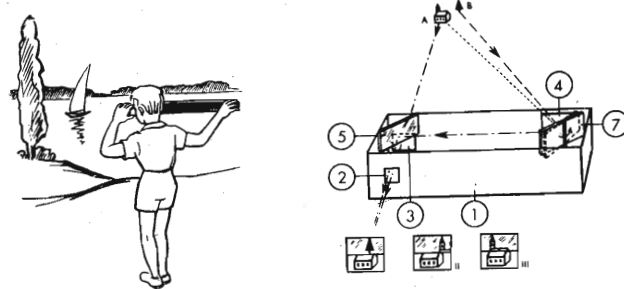



Fig. 242. Come si presentano le due immagini nel telemetro.

rete destra, mediante la vite (11), a distanza di 2 mm da **a**. Incolliamo ora lo specchio e guardiamo attraverso (2) e (3) un oggetto qualsiasi, poi giriamo lo specchio finché le due immagini coincidono. Se esse sono spostate in altezza, basterà inclinare un po' il blocchetto (10).

Lo specchio deve essere manovrato da un bulloncino (13) (⌀ 10 mm, lunghezza 30 mm) con tre dadi. Il primo dado preme contro la testa del bullone un disco (16) di legno compensato o masonite 4 mm, ricoperto di carta da disegno; gli altri due dadi (15) vengono saldati su una lastrina di lamiera 1 mm

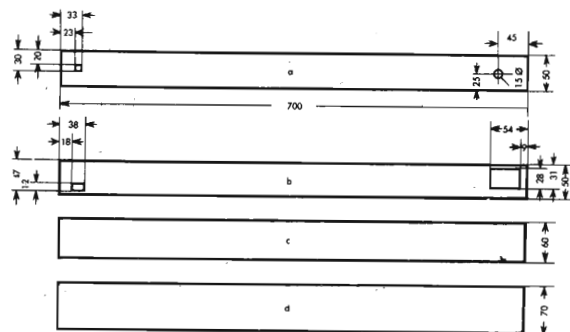



Fig. 243. Elementi della cassetta e montaggio.

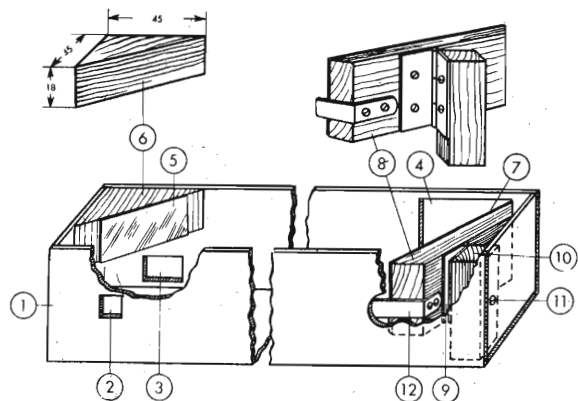



Fig. 244. Montaggio degli specchi.

(40×40 mm) esattamente da una parte o dall'altra su un foro di 12 mm (figura **245**). La saldatura avviene con i dadi avvitati sul bullone, per garantire la perfetta corrispondenza dei filetti. Fissiamo ora la lastrina di supporto sulla cassetta, in modo che il dado di fondo si trovi nel foro previsto; il bullone deve toccare esattamente il centro del rinforzo di lamiera (12) (fig. **246**).

Ci serve ancora una molla (17) che prema il rinforzo (12) contro il bullone (13); questa molla è costituita da un pezzo di piattina di ottone (8×50 mm) forata ad una estremità ed imbullonata sulla cassetta. Infine incolliamo sulla cassetta, vicino al bordo del disco, un blocchetto di legno (18) alto 20 mm ricoperto di carta da disegno. Sulla carta segniamo la posizione orizzontale con una freccia (fig. **247**).

Escluso il disco e la parte esterna del blocchetto (18), tutto lo strumento deve essere ora colorato di nero. Per proteggere lo specchio, incolliamo internamente nella finestra (4) una lastrina di vetro o di plastica trasparente. Infine, avvitiamo il coperchio sulla cassetta.

Possiamo procedere ora alla taratura della scala. Quest'operazione deve essere fatta naturalmente all'aperto; scegliamo un luogo piano sul quale possiamo liberamente transitare lungo una linea diritta (strada, campo sportivo, ecc.). Misuriamo prima, con uno spago lungo esattamente 50 m, la distanza di 300 metri, da un oggetto ben visibile (palo telegrafico). Da questa distanza, fissiamo l'oggetto attraverso le due finestre, facciamo coincidere le due immagini e segniamo la posizione del disco rispetto alla freccia con un tratto di matita. Avviciniamoci ora di 50 metri e ripetiamo l'operazione; se la differenza sul disco non è molto evidente (almeno 1 mm), avviciniamoci di altri 50 m. A questa distanza (200 m) la differenza sarà senz'altro ben visibile. Prendiamo perciò questa marca di 200 m come la distanza massima che si potrà misurare col nostro telemetro.

Continuando col medesimo procedimento, segniamo sulla scala le posizioni corrispondenti alle distanze di 150 e 100 m. Ci accorgeremo che le marche diventano sempre piú staccate, per cui tra 100 e 50 m possiamo segnare agevolmente anche le marche 90, 80, 70 e 60 m, tra 50 e 30 m quelle corrispondenti a differenze di 5 m, al di sotto perfino di metro in metro. Continuiamo cosí finché il disco ha fatto quasi un giro completo (fig. **247**).

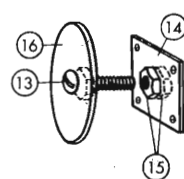



Fig. 245. Vite di registrazione e supporto filettato.

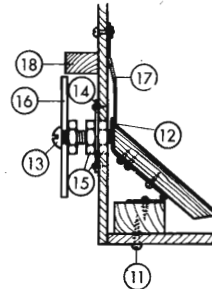



Fig. 246. Montaggio della vite di registrazione.

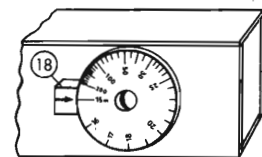



Fig. 247. Disco con scala delle distanze, e marca per la lettura.

Piú difficile della costruzione descritta è quella in metallo, a dimensioni ridottissime, per l'applicazione diretta sulla macchina fotografica (figg. **248-250**). La cassetta è in questo caso di 25×25×75 mm circa, e consiste di due pezzi (1) e (2) di lamierino (stagnato, zincato, di ottone) 0,5-0,6 mm, in cui le finestre sono scalpellate. I due bulloncini (3) (3×30 mm) portano i due specchi, fisso (4) e mobile (5), e la parte superiore della cassetta che deve combaciare esattamente con la parte inferiore (1). Il portaspecchio (6) è anch'esso di lamiera e provvisto di orecchie per tenere lo specchio (fig. **250**); sul retro porta saldato un tubetto (7) che deve girare sul bullone (3) e perciò ha il diametro interno 3 mm. Anche in questo modello, il prolungamento del portaspecchio viene premuto contro la parete della cassetta da una molla che può essere saldata, con l'estremità libera, alla parete stessa; e cosí il dado (9) per la vite di spostamento (8). Il disco è saldato sulla vite, l'angolo per la marca sulla parete esterna; ambedue questi elementi sono di lamiera.

Il piede (11) deve essere sagomato in modo da entrare esattamente nelle guide previste sulla parte superiore dell'apparecchio fotografico; lo costruiremo in lastra d'alluminio o di plastica e lo fissiamo con due bulloncini sul fondo del telemetro. La taratura della scala va da 0,8 a 10 metri, essendo queste le distanze che c'interessano nel caso specifico. Dato che si tratta di uno strumento piccolo e di precisione, è indispensabile che lo specchio mobile non abbia alcun giuoco, che cioè il tubetto (7) calzi esattamente il bullone (3); in caso contrario, non otterremo mai valori precisi ed avremo delle difficoltà già nel tarare la scala.

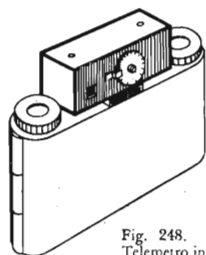



Fig. 248. Telemetro in miniatura per l'apparecchio fotografico.

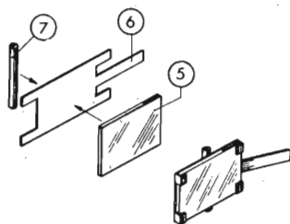



Fig. 250. Il supporto dello specchio mobile.

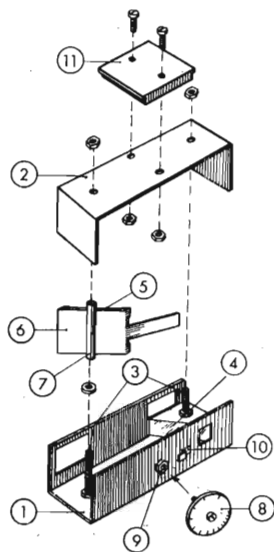



Fig. 249. Particolari e montaggio.

Il caleidoscopio.

Una fiammella posta tra due specchi congiunti ad angolo non è riflessa due ma tre volte (fig. **251**). Su questo fatto si basa il caleidoscopio, apparecchio nel quaque si formano immagini simmetriche sempre diverse. È facile fabbricare un caleidoscopio: ci vogliono tre lastrine di specchio rettangolari **a**, un tubo di cartone **b** e tre dischi di vetro o plexiglas **c**, **e**, **f** (fig. **252**). Le tre lastre vengono riunite, con la parte specchiante verso l'interno, in un prisma triangolare, mediante strisce di carta adesiva; il prisma deve entrare perfettamente in un tubo di cartone **b** che però deve essere piú lungo di un centimetro circa. Contro il prisma, incolliamo il disco di vetro o plexiglas **c**; lo spazio tra il disco di chiusura **e** (internamente ricoperto di carta translucida) ed il disco **c** contiene pezzi di vetro colorati, frammenti di perline ecc. **d**, che devono potersi muovere liberamente. L'altra estremità del tubo è chiusa da un terzo disco **f** che mantiene gli specchi nella loro posizione; esso viene annerito nei segmenti esterni al triangolo (fig. **253**), con inchiostro di china.

Guardando ora attraverso lo strumento contro la luce e roteandolo lentamente attorno al suo asse longitudinale, il continuo cambiamento di posizione dei frammenti di vetro ci permetterà di vedere sempre nuove figure. Possiamo anche proiettare l'immagine su uno schermo, inserendo il caleidoscopio tra una fonte di luce ed una lente adatta.

Fig. 252. Costruzione del caleidoscopio.

Fig. 251. Riflessione multipla in due specchi collocati ad angolo.

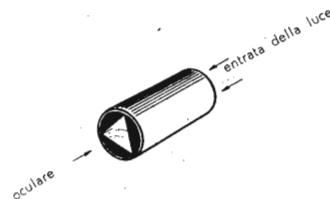



Fig. 253. Il disco di chiusura è tinto in nero nelle parti eccedenti il tubo.

Attrezzi per disegno (figg. 254-259).

Fig. 254. Lastra di vetro come attrezzo di copiatura; l'immagine appare però invertita.

La luce non viene riflessa soltanto dagli specchi, ma anche, sia pure in misura molto minore, da lastre di vetro trasparente. Questa proprietà del vetro può essere utilizzata per costruire un semplicissimo attrezzo da disegno, consistente essenzialmente in una lastra di vetro, per esempio una lastra fotografica dalla quale abbiamo tolto l'immagine. Teniamo o montiamo la lastra come illustrato nella fig. **254** e poniamo alla sinistra di essa un'immagine (cartolina illustrata, illustrazione di libro, ecc.); l'immagine si rispecchia nella lastra, che però, essendo trasparente, ci permette di ricalcare l'immagine specchiata su un foglio posto a destra di essa. Naturalmente la lastra deve essere ben ferma affinché l'immagine riflessa non cambi di posto.

L'attrezzo ora descritto dà soltanto immagini rovesciate; per evitare l'inconveniente occorre un attrezzo differente, illustrato nella figura **255** ed in tavola XV. Esso consiste in un sostegno composto dai pezzi da (4) a (8), e in una scatola aperta da due lati (1) con un'apertura circolare, uno specchio (2) ed un vetro inclinato a 45° (3). L'attrezzo viene posto davanti ad un oggetto e sopra una carta da disegno; guardando attraverso l'apertura, si vede l'oggetto già proiettato sulla carta e basta ricalcarne le linee. Infatti, come si vede nel disegno, il raggio di luce proveniente dall'oggetto attraversa il vetro (3) e viene riflesso dallo specchio (2) che lo rimanda sull'altra facciata del vetro (3). Qui il raggio viene in parte riflesso verso l'occhio dell'osservatore, al quale l'oggetto appare dunque, attraverso il vetro (3), come se fosse proiettato sulla carta da disegno.

La costruzione dell'attrezzo è assai semplice. La scatola (1) di legno compensato 5 mm è di lato 6-7 cm ed ha gli spigoli liberi del coperchio e della parete posteriore smussati con la lima. Lo specchio è incollato internamente nella parete posteriore, la lastra di vetro è tenuta in posizione da strisce di carta adesiva (fig. **257**). Un dischetto di legno (4) (ø 25 mm, altezza 15 mm) è incollato su una parete laterale e lo foriamo con punta ø 4 mm.

Il sostegno appoggia su un piede (8) che costruiamo con un disco di legno 1 cm, ø 80 mm, ed un anello delle stesse dimensioni esterne e di diametro interno 50 mm, incollati ed avvitati insieme. Lo spazio rimanente viene riempito di piombo fuso. Un'asta di ferro (7) (lunghezza 23 cm, ø 6 mm) viene fissata esattamente nel centro, e porta in cima il pezzo (6) cilindrico (ø 20 mm, altezza 20 mm) che oltre al foro passante di 6 mm ne ha anche uno laterale, terminante nel centro, di 4 mm. Infine, un'asta (5) (lunghezza 9 cm, ø 4 mm) collega (6) e (4).

La cassetta può anche essere fatta di lamiera e saldata (fig. **259**); in questo caso la lastra di vetro può essere tenuta in posizione dalle orecchie ripie-

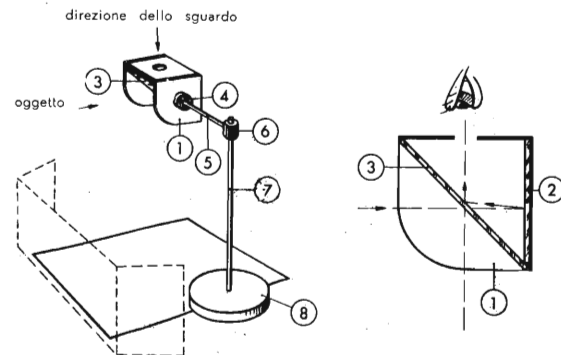



Fig. 255. Questo attrezzo dà immagini diritte. Come avviene la proiezione dell'immagine.

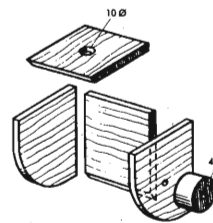



Fig. 256. Costruzione della cassetta in legno.

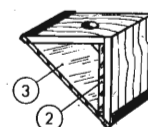



Fig. 257. Il montaggio dello specchio.

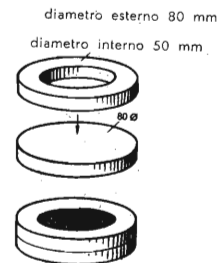



Fig. 258. Costruzione del piede.

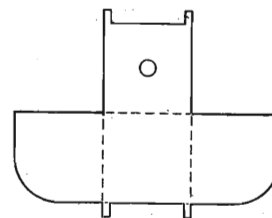



Fig. 259. Costruzione della scatola in lamiera.

gate. Una bussola di 4 mm ø interno, ugualmente saldata, serve per accogliere l'asta (5).

Tutta la cassetta deve essere verniciata di nero internamente ed esternamente. L'oggetto da disegnare deve sempre trovarsi in piena luce, mentre la carta da disegno deve essere lasciata in penombra. Uno schermo di cartone alto 15 cm servirà ottimamente allo scopo.

Apparecchi ottici con lenti

Ciò che bisogna sapere delle lenti.

Tutti conosciamo la comune lente d'ingrandimento ed abbiamo fatto l'esperimento di concentrare con essa i raggi del sole su un unico punto. In questo punto si raccoglie non solo la luce ma anche il calore che diventa talmente forte da incendiare la carta (fig. **260**). Tale punto si chiama perciò il « fuoco » della lente, e la distanza **f** è chiamata « focale ». La lunghezza focale non dipende dal diametro della lente, ma soltanto dalla sua curvatura; a curvatura maggiore corrisponde distanza focale minore. Tuttavia, una lente grande raccoglie più raggi di una piccola, e perciò il fuoco della prima è più luminoso di quello della seconda.

Non è dunque difficile determinare la lunghezza focale di una lente. Per farlo con precisione, possiamo fissarla in un supporto di cartone e verificare quando essa proietta su una lastra di vetro o su una carta translucida un'immagine perfettamente nitida (« a fuoco ») di un oggetto lontano (almeno 200 m, affinché i raggi possano essere considerati paralleli). Sulla lastra (fig. **261**) vediamo l'oggetto rovesciato e rimpicciolito; avvicinandoci all'oggetto l'immagine diventa sempre più grande e dobbiamo distanziare sempre di più la lastra dalla lente. Quando la distanza tra lente ed oggetto è uguale alla doppia lunghezza focale, l'immagine è già in grandezza naturale; avvicinandoci ulteriormente otteniamo perfino un'immagine ingrandita (fig. **262**). Ad ogni distanza dell'oggetto corrisponde dunque una data distanza tra lente ed immagine (lastra), e la proporzione tra le due distanze ci dà nello stesso tempo anche il rapporto di riduzione o d'ingrandimento. Per esempio: una lente di lunghezza focale 10 cm ci dà un'immagine nitida di un oggetto distante 60 cm (fiammella di candela) a 12 cm. Questa immagine è grande un quinto dell'oggetto. Infatti

$$\frac{\text{distanza tra lente e lastra}}{\text{distanza tra lente ed oggetto}} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$$

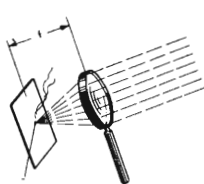



Fig. 260. Determinazione della lunghezza focale di una lente convergente.

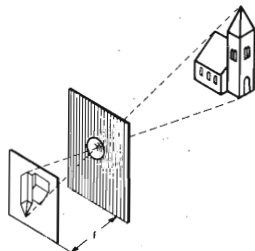



Fig. 261. Procedimento più esatto per la determinazione.

Ricapitoliamo: una lente (parliamo qui soltanto di lenti cosiddette « convergenti ») proietta su uno schermo o su una lastra un'immagine rovesciata dell'oggetto, in scala variabile a piacere. Ciò vale finché la distanza dall'oggetto non è minore della lunghezza focale; se avviciniamo ulteriormente l'oggetto, l'immagine non è più captabile sullo schermo (non è più « reale »), ma la vediamo attraverso la lente, non più rovesciata ma diritta, ed ingrandita (immagine « vir-

Fig. 263. Profili di lenti convergenti: biconvesse (a), convesse piane (b), convesse-concave (c); divergenti: biconcave (d), concave piane (e), concave-convesse (f).

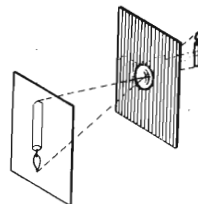



Fig. 262. Più vicino è l'oggetto, più distante e più grande appare l'immagine.

tuale »). In altre parole, la lente funziona da lente d'ingrandimento. Il rapporto d'ingrandimento dipende soltanto dalla lunghezza focale **f** e precisamente è $\frac{25}{f}$

Una lente di lunghezza focale **f**=5 cm ingrandisce perciò $\frac{25}{5}$=cinque volte.

Ogni lente può essere considerata composta di prismi e con ciò si spiega perché essa rifrange la luce. Ma un prisma scompone la luce bianca nei suoi componenti; per questa ragione, le lenti semplici danno immagini con contorni colorati. Si è cercato di evitare l'inconveniente accoppiando lenti con vari indici di rifrazione (sistemi acromatici). Un altro difetto delle immagini di lenti semplici è la loro mancanza di nitidezza verso i bordi; esso è stato eliminato, sia pure a spese della luminosità dell'immagine, con l'uso del diaframma che non permette ai raggi di penetrare nella lente lontano dal suo centro. Gli obiettivi moderni sono tutti composti di varie lenti (aplanatiche, anastigmatiche) e sono costruite in modo che, a diaframma aperto, diano immagini nitide anche ai bordi.

Oltre alle lenti convergenti esistono le lenti divergenti (fig. **263 d-f**) che però qui non ci servono. Come dice il loro nome, esse fanno divergere la luce incidente e perciò non hanno fuoco.

Le lenti convergenti possono essere (fig. **263 a-c**): biconvesse (**a**), convesse-piane (**b**), convesse-concave (**c**); le prime due sono all'incirca uguali nel loro effetto ottico, la terza disegna meglio i bordi se la parte concava è rivolta verso l'oggetto. Quest'ultima lente è usata spesso per occhiali ed è chiamata anche « menisco ».

Due lenti convergenti di uguale lunghezza focale, messe insieme, hanno una lunghezza focale dimezzata rispetto a quella delle singole lenti. Una simile combinazione è però sconsigliabile, perché i difetti di ciascuna lente (bordi poco nitidi e colorati) risultano aumentati. Viceversa, due menischi collegati in modo che le loro facce concave si trovino di fronte costituiscono un sistema (obiettivo doppio periscopio) che disegna i bordi meglio di quanto non lo faccia la lente singola (fig. **266**). La lunghezza focale dell'obiettivo doppio, misurata dal centro, è anche in questo caso circa la metà della lunghezza focale della singola lente.

Terminiamo questa parte teorica con la spiegazione della parola « diottria » che serve all'ottico per esprimere la lunghezza focale di una lente. Il numero di diottrie è uguale a $\frac{\text{100 cm}}{\text{lunghezza focale}}$ e perciò è facile calcolare la lunghezza focale, uguale a $\frac{\text{100 cm}}{\text{numero di diottrie}}$.

Per esempio, una lente di 4 diottrie (4 D) ha una lunghezza focale **f** di $\frac{100\ \text{cm}}{4} = 25$ cm.

La costruzione di montature per lenti.

Nelle costruzioni ottiche dobbiamo quasi sempre montare le lenti in un tubo **a** che deve scorrere in un altro tubo **b** fisso nella cassa **c** (fig. **264**). I tubi si fanno avviluppando attorno ad un'anima cilindrica di legno o metallo delle strisce di carta da pacchi di larghezza e lunghezza adeguate.

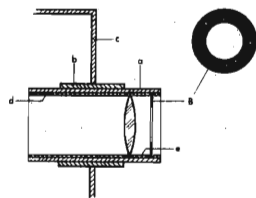



Fig. 264. Montaggio delle lenti.

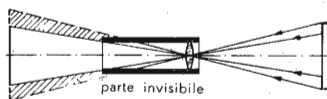
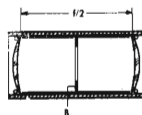



Fig. 265. Tubo porta-obiettivo troppo lungo rispetto al diametro: parte dell'immagine rimane tagliata fuori.

Fig. 266. Obiettivo doppio di costruzione elementare.

Il tubo **a** deve avere un diametro interno tale da accogliere con precisione la lente. Un terzo tubo **d**, che entra esattamente nel tubo **a** e che è un po' piú corto di quest'ultimo, fornisce la sede per la lente. Tagliato esattamente a perpendicolo, viene infilato nel tubo **a** ed incollato. Inseriamo poi la lente, che viene tenuta in sede da un anello di cartone **e** (ritaglio di **d**) o da un anello di filo di ottone crudo (elastico). L'eventuale diaframma **B** in cartone viene ugualmente fissato con un anello elastico di filo, a circa 1 cm dalla lente. L'apertura circolare deve trovarsi esattamente centrata, il suo diametro viene stabilito con qualche esperimento. Ricordiamo che il diaframma in questo caso serve unicamente per schermare la lente, in modo da aumentare la nitidezza delle immagini anche verso i bordi. Se il tubo deve essere molto lungo perché l'apparecchio esige forti variazioni nella messa a fuoco (v. per esempio nella Camera oscura) il diametro della lente deve essere piú piccolo di quello del tubo stesso; altrimenti il bordo del tubo impedisce ad una parte del fascio luminoso di arrivare fino alla lente (fig. **265**), per cui l'immagine si presenta, sulla lastra opaca, attorniata da un anello scuro. In questo caso conviene dunque inserire la lente in un tubo di diametro maggiore.

La figura **266** mostra un obiettivo doppio con il diaframma esattamente nel centro tra due menischi.

Tubi e diaframmi devono essere tinti internamente in nero con inchiostro di china. Per la costruzione di tubi ecc. in metallo, v. parte XIV.

La camera oscura.

La camera oscura è il visore piú semplice che si possa immaginare (fig. **268**). L'obiettivo è costituito da una lente convergente di lunghezza focale 8-12 cm, la camera stessa è formata da una scatola di cartone 20×20× (almeno) 25 cm. Nel

Foto 27. Uso del telemetro.

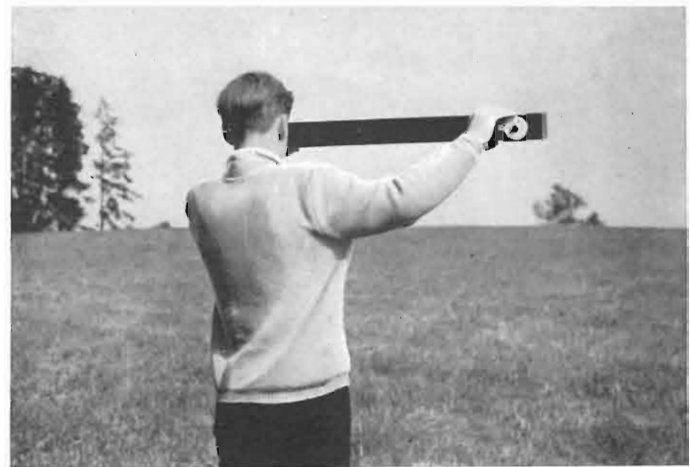



Foto 28. Osservazione di selvaggina col periscopio.

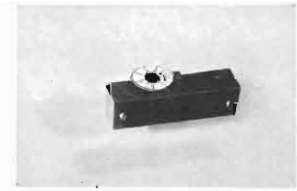
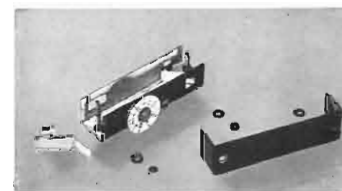



Foto 29-30. Telemetro per la camera fotografica; a sinistra, scomposto nei suoi elementi.

Foto 31. Costruire un episcopio non è poi tanto difficile.

Foto 32. Un utile attrezzo da disegno.

TAV. XV

centro del fondo, un foro di diametro adatto accoglie il tubo dell'obiettivo; dal la parte opposta incolliamo, a circa 5 cm dal bordo, un telaio **a** di listelli 8×8 mm, sul quale poggia una lastra **b**. Due listelli incollati **c** impediscono a quest'ultima di muoversi. La lastra è infine rivestita di carta translucida **d** (figura **267**). Un disegno (cartolina illustrata ecc.), fissato a distanza adatta dall'obiettivo in posizione verticale e rovesciato, si riproduce ingrandito sul vetro opacizzato e può essere facilmente ricalcato.

Un modello un po' piú perfezionato ha la cassetta di legno compensato e la guida per il tubo (fig. **264**).

Dal rapporto « profondità della scatola/lunghezza focale della lente » dipende, come abbiamo visto, il rapporto in cui l'immagine viene a trovarsi rispetto all'oggetto. Se la profondità supera la lunghezza focale soltanto di poco, l'immagine è rimpicciolita; possiamo cosí riportare al formato della lastra, o anche a formato minore, carte geografiche, illustrazioni, ecc., che opportunamente fisseremo al muro (la camera viene diretta coll'obiettivo verso il centro del disegno).

Possiamo anche costruire una camera oscura adatta per ingrandimenti e riduzioni insieme; in questo caso la scatola deve essere estensibile (due scatole rientranti una nell'altra a telescopio), non essendo piú sufficiente il solo spostamento dell'obiettivo (fig. **269**). Volendo rimanere fedele al principio della scatola intera, occorre rendere intercambiabile il tubo dell'obiettivo con un altro provvisto di lente a lunghezza focale doppia.

In tutte queste applicazioni riceviamo l'immagine rovesciata. Poco male se si tratta di oggetti che possiamo girare come vogliamo (come appunto i disegni o le carte geografiche); per altri oggetti conviene invece inserire uno specchio invertitore. In questo caso l'immagine non si vede nel fondo, ma nella parete superiore della camera. Le figure **270** e **271** illustrano un modello pratico di questo tipo di camera. L'obiettivo è fissato in una delle pareti laterali; al bordo superiore della parete opposta e sul fondo fissiamo, con nastro adesivo, un'assicella inclinata di 45° sulla quale è incollato lo specchio **B**. La parete superiore della camera è provvista di un'apertura quadrata 20×20 cm, il cui bordo inferiore è ristretto da un telaio di legno **E**, sul quale appoggia la lastra **D**. Il paraluce **F** di cartone è mobilmente fissato sul bordo superiore della parete che porta l'obiettivo (nastro adesivo) e serve, abbassato, per proteggere il vetro dalla polvere. La lente deve essere scelta di lunghezza focale uguale a circa 1/3 di **a+b** se lo strumento serve per ingrandire, di una volta e mezza **a+b** se serve per ridurre.

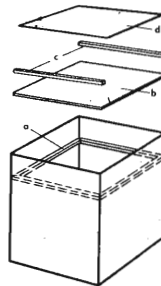



Fig. 267. Montaggio della lastra di vetro.

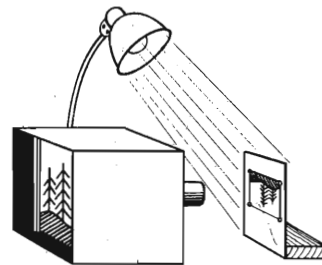



Fig. 268. Camera oscura e porta-immagine.

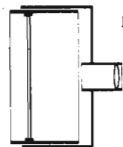



Fig. 269. Scatola estensibile.

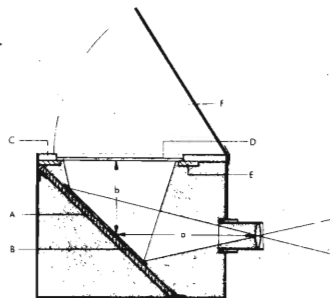



Fig. 270. Camera oscura con specchio invertitore.

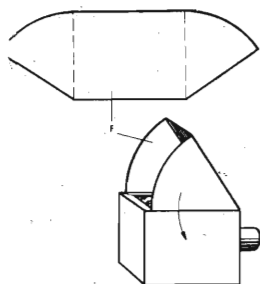



Fig. 271. Costruzione e montaggio del paraluce.

È assai divertente osservare sullo schermo l'andirivieni della strada. Per avere l'immagine ben illuminata conviene schermare tutta la finestra con carta nera, con una sola apertura per l'obiettivo.

Conviene precisare che lo specchio invertitore funziona in un solo senso, cioè facendoci vedere in alto quello che in realtà è in alto ed in basso quello che in realtà è in basso. Esso invece non corregge l'inversione che la lente opera tra destra e sinistra.

L'episcopio.

L'episcopio non è altro che un proiettore col quale un disegno può essere portato su uno schermo. La figura **272** illustra un modello semplice di quest'apparecchio. La lampada **L** incorporata nella cassetta illumina il disegno **B** che attraverso l'obiettivo viene proiettato, fortemente ingrandito, sullo schermo **P**. Lo specchio **S** elimina l'inconveniente dell'illuminazione solo dall'alto. Anche in questo caso, la sinistra e la destra sono invertite. Se come schermo usiamo però una carta translucida che possiamo osservare dall'altra parte (v. la freccia del disegno), l'inconveniente è superato.

La proiezione per trasparenza, sulla quale ci basiamo anche nel caso della camera oscura, dà immagini molto piú luminose della proiezione per riflessione ma presenta l'ovvio svantaggio che il proiettore deve trovarsi dietro lo

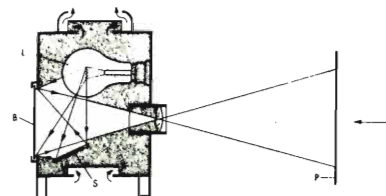



Fig. 272. Traiettoria della luce nell'episcopio; proiezione per trasparenza.

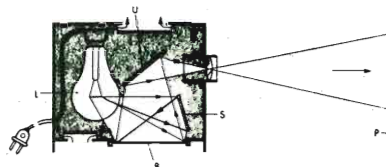



Fig. 273. Episcopio con specchio invertitore, per proiezione per riflessione.

schermo; questa disposizione esige perciò locali di dimensioni piú grandi. Gli episcopi che si trovano in commercio sono perciò costruiti generalmente secondo lo schema illustrato nella fig. **273**, dove il disegno **B** viene sistemato nel fondo. Questa proiezione mantiene la posizione dell'immagine (destra/destra e sinistra/sinistra) ed ha anche il vantaggio di poter appoggiare l'apparecchio direttamente su libri, riviste ecc. e di non dover ritagliare i disegni da proiettare.

L'episcopio richiede un'illuminazione molto forte ed obiettivi molto luminosi, perché soltanto quella parte della luce che viene riflessa dalla carta arriva all'obiettivo e deve, per di piú, essere distribuita su un campo molto vasto. D'altra parte, una lampadina forte riscalda molto l'ambiente, col rischio di bruciare il disegno se la camera non è sufficientemente raffreddata (nel-

Fig. 274. Episcopio: sezione laterale.

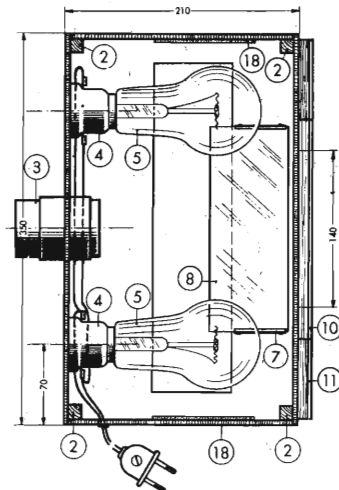



Fig. 275. Episcopio: vista dall'alto (il coperchio è stato tolto).

le figure **272** e **273** sono indicate le aperture per l'aerazione). Siccome non intendiamo acquistare obiettivi e lampade speciali, luminosità e grandezza della nostra immagine saranno necessariamente limitate. L'apparecchio descritto dà immagini sufficientemente luminose su schermo trasparente fino a m 1,20 di larghezza, usando due normali lampadine da 150 W. L'obiettivo (3) è doppio (v. fig. **266**), con due menischi del diametro di 54 mm e di lunghezza focale 400 mm, a distanza di 70 mm. Il diaframma può variare da 25 a 35 mm, a seconda delle esigenze per quanto riguarda la nitidezza ai bordi. Per la costruzione del tubo, v. parte XIV.

La figura **274** mostra la sezione laterale, la figura **275** la vista dall'alto dell'apparecchio, ambedue in scala 1 : 5 per permettere la rilevazione diretta delle misure. Il fondo (1) è di legno dolce 15 mm, con un'apertura per l'aerazione. Le pareti sono di legno compensato 5 mm; quella anteriore ha un'apertura per il tubo-guida, quella posteriore un'apertura quadrata 14 × 14 cm. Incolliamo ed inchiodiamo le pareti sul fondo e rinforziamo le giunture con listelli (2) anch'essi inchiodati ed incollati. Le lampadine (5) sono allogate in portalampade (4) di porcellana, avvitati sulla parete anteriore. Il cavo con spina è collegato, attraverso un foro nella parete, con i poli dei due portalampade, in parallelo (chi non è pratico, si fa fare i collegamenti da un elettricista). Il fondo viene tinto internamente in nero.

Il coperchio (6) è anch'esso di legno compensato 5 mm, ha un'apertura di aerazione analoga a quella del fondo ed è collegato con la parete posteriore mediante due cerniere (14). La chiusura avviene con un listello di ottone elastico (15) avvitato sul coperchio, ripiegato e forato; nel foro entra, a coperchio chiuso, la punta di un chiodino della parete anteriore.

La figura **277** mostra il particolare del porta-immagini per cartoline illustrate. I due pezzi esterni **a** e **c** sono di legno compensato 3 mm, quello interno **b** di cartoncino 1 mm. Le rientranze del pezzo **c** facilitano l'estrazione delle cartoline inserite. Il porta-immagini viene spostato nelle guide (10) e (11) di legno, avvitate sulla parete, con l'aiuto delle maniglieтte di lamiera visibili nella figura. Il movimento deve essere facile. Tutte le parti in legno vengono tinte in nero. Esattamente nella stessa maniera si possono costruire anche porta-immagini per altri formati.

Fig. 276. Supporto per lo specchio.

Gli specchi (8) e (9) servono per aumentare la quantità di luce che arriva sull'immagine. Ognuno è fissato su un supporto mediante angolini di lamiera (fig. **276**). L'esatta posizione dei supporti viene determinata con qualche esperimento, inserendo nel porta-immagine un cartoncino bianco e controllando (a coperchio alzato) in quale posizione gli specchi distribuiscono la luce nel modo più uniforme su di esso.

Fissiamo ancora i paraluce di lamiera (12), (13) e (17) (fig. **278**), ed incolliamo sul fondo i due listelli (16) (15 × 40 mm), per impedire l'uscita di luce verso i lati. Infine, proteggiamo il legno della cassetta con pezzi di amianto (18) in corrispondenza delle lampadine e all'interno del coperchio attorno all'apertura di aerazione.

Come schermo usiamo un foglio di carta translucida 1,2 × 1,2 m, incollato, su due lati, attorno a due bastoni di legno di almeno 20 mm di diametro, di cui uno provvisto di corda per appendere lo schermo (fig. **279**). Se non abbiamo un locale abbastanza lungo perché pubblico, schermo e proiettore possano trovarvi posto, lo schermo può anche essere collocato nel vano di una porta. Possiamo però anche fissare davanti all'obiettivo uno specchio invertitore ed usare il proiettore con uno schermo non trasparente (lo specchio deve essere sottile,

Fig. 277. Porta-immagini: costruzione.

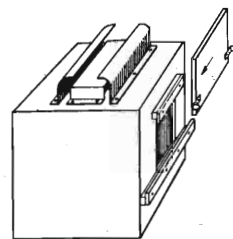



Fig. 278. L'episcopio finito, visto dal fondo.

Fig. 279. Schermo sistemato nel vano della porta.

perché anche la superficie anteriore di esso riflette la luce, disturbando così la nitidezza). Questo specchio U può essere fissato su un apposito supporto di legno di cui una parete laterale è provvista di apertura per la regolazione dell'obiettivo, ed il fondo di un'altra apertura per il passaggio dell'obiettivo stesso (figura **281**). Il supporto si fissa con due viti a galletto sulla parete anteriore del proiettore (fig. **280**). In questo caso, lo schermo è costituito da cartoncino da disegno o da tessuto verniciato di bianco.

Se l'atmosfera è umida, le lenti talvolta s'appannano, ma dopo pochi secondi il fenomeno scompare. Il grande calore generato nell'interno della camera potrebbe danneggiare le immagini, che pertanto devono essere esposte soltanto per mezzo minuto al massimo. Non possono essere proiettate fotografie lucide, le quali danno dei riflessi inaspettati che potrebbero essere evitati soltanto con un'altra disposizione delle lampadine (le lampadine dovrebbero essere disposte lateralmente, con forte perdita di luminosità). Per proiettare illustrazioni di libri o riviste, togliamo il porta-immagini, chiudiamo il telaio lateralmente con due listelli e premiamo l'illustrazione contro l'apertura.

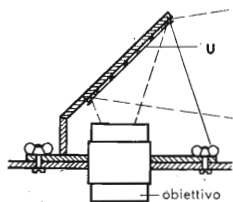



Fig. 280. Montaggio dello specchio invertitore.

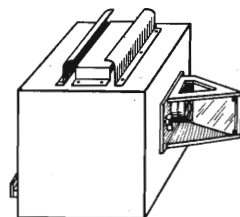



Fig. 281. Lo specchio invertitore permette proiezioni per riflessione non invertite.

Naturalmente tutto l'apparecchio può essere costruito anche in modo che l'apertura per l'immagine si trovi in basso ed orizzontale; ossia, usando la parete posteriore come fondo. In questo caso, le aperture di aerazione devono trovarsi in basso nelle pareti laterali, per l'entrata, e di fianco ai portalampade, per l'uscita.

Il microscopio.

Come abbiamo visto, l'immagine data da una lente convergente è reale; ciò significa che essa può venire osservata attraverso una lente d'ingrandimento, che ne dà un'altra immagine, ulteriormente ingrandita, e questa volta virtuale. Il microscopio si basa appunto su questa caratteristica.

Come illustrato nella figura **282**, il microscopio è composto di un supporto, generalmente snodato, che in alto porta un tubo provvisto di cremagliera. All'estremità inferiore si trova l'obiettivo, una lente che — per ottenere un forte ingrandimento — ha una lunghezza focale di pochi millimetri soltanto. All'estremità superiore si trova l'oculare, col quale si osserva l'immagine reale data dall'obiettivo. Sotto l'obiettivo è sistemato un piccolo piano con un'apertura centrale, attraverso la quale passa la luce riflessa da uno specchio orientabile.

L'oggetto da osservare viene fissato su una lastrina di vetro e portato sul piano esattamente sopra l'apertura; in questa posizione, due molle fissano la lastrina. Come è indicato nella figura, l'obiettivo dà un'immagine reale fortemente ingrandita **A-B**, la quale, ingrandita ulteriormente dall'oculare, può essere osservata come immagine virtuale **A_1-B_1**. Naturalmente anche in questo caso, obiettivo ed oculare sono composti di piú lenti per evitare i soliti difetti della lente unica.

Il microscopio moderno permette ingrandimenti di centinaia e migliaia di volte e ha aperto la strada per conoscere i piú profondi segreti della natura. Siamo riusciti a vedere i batteri che sono la causa di molte malattie, abbiamo potuto osservare le modificazioni organiche che hanno luogo nelle cellule di cui è composto ogni essere vivente, e tutto ciò ha permesso agli scienziati di compiere grandi progressi sulla via della conoscenza della natura.

Non è poi tanto difficile costruirci un microscopio, come illustreremo qui di seguito. Nella figura **283** è mostrato lo strumento finito, nel disegno costruttivo III (allegato) sono riportati i pezzi (1), (6) e (10) in grandezza naturale. Dobbiamo procurarci tre tubi di ottone esattamente incastrabili l'uno nell'altro, per la guida (4), il tubo (3) ed il tubo porta-oculare (2). Quest'ultimo deve avere il diametro interno di 20 mm; lo spessore di parete dei tubi può essere di 0,4

Fig. 283. Il nostro microscopio finito.

Fig. 282. Schema del microscopio e della traiettoria della luce.

mm. Se non sono disponibili i tubi di ottone adatti, possiamo ricorrere anche a tubi di cartone come precedentemente illustrato. Il tubo (2) deve essere lungo 14 cm, il tubo (3) 12 cm ed il tubo (4) 6 cm.

Come obiettivo usiamo una piccola lente convergente di 20 mm di lunghezza focale e di 11 mm di diametro, come oculare un'altra lente convergente di 40 mm di lunghezza focale e di 18 mm di diametro. La figura **284** mostra la montatura dell'obiettivo. Ritagliamo in cartone grosso tre dischetti che entrino perfettamente nel tubo (3). Due di questi dischetti devono essere provvisti di fori ⌀ 13 mm; il terzo di un foro dell'esatto diametro della lente. Incollando questi dischi nell'ordine illustrato dalla figura, la lente risulta montata e viene fissata nell'estremità del tubo (3) con due anelli elastici di metallo **R**.

Nell'estremità del tubo porta-oculare incolliamo una striscia di cartone **C** che riduce il diametro al diametro della lente oculare. Una striscia piú sottile **D** forma l'appoggio per la lente (fig. **285**), che viene fissata con un altro anello di metallo.

Ritagliamo ora il supporto (1) ed il piede (10) in legno di spessore 18 mm. Nelle figure **283** e **286** si vede come la guida (4) viene fissata sul supporto, e cioè con una « cravatta » (5) di lamiera avvitata con quattro viti. Il supporto in questo punto viene sagomato con la lima per arrotondarlo in concavità. Naturalmente, quando il tubo è di cartone, basta incollarlo nella medesima posizione.

Le molle (7) sono di ottone crudo (0,2 mm) e le loro forme e dimensioni risultano dalla figura **287**. Il piano (6) (v. disegno costruttivo III) è di legno compensato 4 mm, e viene avvitato ed incollato sulla battuta del supporto (figura **283**) dopo avervi avvitato le due molle. Dal vetraio ci facciamo tagliare uno specchietto di 33×33 mm che incolliamo su un'assicella (8) spessa 6 mm. Un pezzo di piattina di ottone o di ferro (8×1 mm) con tre fori 2,5 mm, piegato due volte, forma il cavallotto (9) per lo specchio (fig. **288**). Avvitiamo ora il cavallotto (9) su (8) e sul supporto con viti di legno, in modo che le giunture siano mobili (rondelle!).

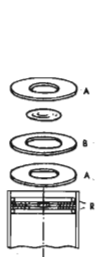



Fig. 284. Montatura dell'obiettivo.

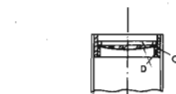



Fig. 285. Montaggio dell'oculare.

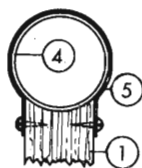



Fig. 286. Montaggio del tubo di guida sul supporto.

Infine formiamo i due angoli (11) di ferro piatto 25×2 mm, smussandone gli angoli con la lima e facendo i fori nei punti indicati (fig. **289**). Questi angoli vengono collegati col supporto mediante un bullone 30×5 mm ed un dado a galletto, e fissati sul piede (10) con quattro viti (fig. **283**). Allentando il dado, lo strumento può cosí essere inclinato a piacere per rendere piú agevole l'osservazione, come si vede in tavola XVI. I tubi (3) e (4) vengono tinti internamente con inchiostro di china, le parti in legno, dopo pulitura con carta vetrata, e le parti esterne di metallo, con vernice opaca nera.

Le lastrine porta-oggetto (vetrini) vengono tagliate dal vetraio in formato 25×65 mm.

Già l'osservazione di una mosca sotto il microscopio ci farà vedere un'infinità di particolari, ma un mondo pieno di meraviglie si aprirà davanti ai nostri occhi se portiamo sotto l'obiettivo un'ala di farfalla, uno stame di fiore, un cristallo di neve ecc.

Per la corretta osservazione, si deve dapprima illuminare l'oggetto nel modo migliore, inclinando e girando lo specchietto. Poi si sposta il tubo finché l'oggetto non appare messo a fuoco. Ad ogni posizione del tubo porta-oculare nel tubo principale corrisponde un grado di ingrandimento (piú il tubo è infilato, meno è forte l'ingrandimento) ed una posizione dell'obiettivo (piú forte è l'ingrandimento richiesto e piú vicino l'obiettivo deve trovarsi all'oggetto). Il massimo rapporto di ingrandimento ottenibile col nostro microscopio è di 50 volte circa.

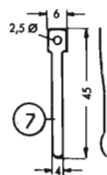



Fig. 287.
Molletta di pressione.

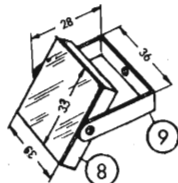



Fig. 288.
Cavallotto mobile per lo specchietto.

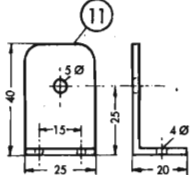



Fig. 289.
Angolo per lo snodo.

Il cannocchiale astronomico.

Mentre il microscopio serve per ingrandire gli oggetti posti immediatamente davanti all'obiettivo, il *cannocchiale* ingrandisce gli oggetti lontani, cioè li avvicina al nostro occhio. Tra i due strumenti non vi è differenza di principio, ma solo di esecuzione (fig. **290**). Anche nel cannocchiale (nella forma piú semplice, il cosiddetto « cannocchiale astronomico ») l'oggetto lontano **A-B** dà attraverso l'obiettivo **Ob** un'immagine reale $\mathbf{A_1}$-$\mathbf{B_1}$ che viene ingrandita dall'oculare **Ok** in forma di immagine virtuale $\mathbf{A_2}$-$\mathbf{B_2}$. Le lunghezze focali delle lenti sono invertite rispetto al microscopio; infatti, per ottenere l'immagine molto ingrandita dell'oggetto lontano, l'obiettivo deve avere la lunghezza focale molto notevole. L'immagine reale ottenuta, ancora piccola, deve ora essere osservata attraverso un oculare a lunghezza focale minima per ottenere un ingrandimento sufficiente. Il cannocchiale astronomico fornisce immagini rovesciate, ciò che per questo genere di osservazioni non è importante.

L'ingrandimento dato dal cannocchiale astronomico cresce con la lunghezza focale dell'obiettivo e diminuisce con la lunghezza focale dell'oculare, in rapporto diretto. Il calcolo si effettua molto semplicemente secondo la formula

$$\text{ingrandimento} = \frac{\text{lunghezza focale dell'obiettivo}}{\text{lunghezza focale dell'oculare}}$$

Per esempio, un cannocchiale con obiettivo $\mathbf{f}=100$ cm e oculare $\mathbf{f}=2$ cm dà un ingrandimento di $\frac{100}{2}=50$ volte. I cannocchiali moderni arrivano ad avere obiettivi con $\mathbf{f}=20$ metri e danno ingrandimenti fino a tremila volte.

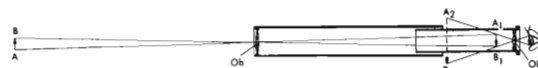



Fig. 290. Traiettoria della luce nel cannocchiale astronomico.

Fig. 291. Cannocchiale con ingrandimento 16×.

Niente di piú facile della costruzione di un piccolo cannocchiale astronomico, per la quale ci servono solo due tubi di cartone, lunghi 22 cm, rientranti uno nell'altro, e due lenti convergenti, che scegliamo di 33 cm di lunghezza focale (=+3 diottrie) per l'obiettivo **Ob** e di 20 mm di lunghezza focale e 11 mm di diametro per l'oculare **Ok**. Fissiamo queste lenti nei tubi come descritto per il microscopio ed incolliamo al tubo porta-oculare una striscia di cartone terminale, per impedirne il rientro completo nell'altro tubo. Come sempre, i tubi vengono tinti internamente in nero. È importante che le lenti siano montate perfettamente parallele alle sezioni del tubo, altrimenti le immagini risulteranno distorte. L'ingrandimento è di 33/2=16,5 volte. Per trovare la posizione rispettiva esatta dei tubi, guardiamo verso la luna, sfiliamo il tubo porta-oculare finché l'immagine non risulti nitida, e marchiamo questa posizione con una riga rossa sul tubo (le lenti si troveranno a circa 35 cm di distanza).

Usando un obiettivo di lunghezza focale superiore, l'ingrandimento può essere aumentato, per esempio con un obiettivo di 1 diottria esso diventa di 50 volte circa. In questo caso però il cannocchiale in posizione di servizio è già piú lungo di un metro e deve essere fissato su un supporto, come indicato nella tavola XVI, e l'immagine comincia a mostrare i difetti ottici dovuti all'uso di lenti semplici. Occorrerebbe cioè usare lenti acromatiche.

Il cannocchiale terrestre.

Se l'oggetto da osservare si trova sulla terra, il nostro cannocchiale deve fornirci immagini diritte e non rovesciate. L'inversione dell'immagine avviene, nel binocolo a prismi, mediante i prismi stessi che accorciano anche notevolmente lo strumento (il binocolo, essendo composto di due cannocchiali paralleli, ci permette anche la visione tridimensionale dell'oggetto), mentre nel cannocchiale terrestre l'inversione avviene ad opera di una o piú lenti d'invertimento. Anche il cannocchiale terrestre è facilmente costruibile (fig. **292**).

Scegliamo per l'inversione una lente **U** di lunghezza focale 40 mm e la fissiamo a circa 95 mm dall'oculare; ciò comporta un aumento di lunghezza di 90 mm per ambedue i tubi, per il resto la costruzione è identica a quella sopra descritta. L'ingrandimento è ancora di 16,5 volte circa, cioè doppio di quello dato da un normale binocolo a prismi, e possiamo dichiararci contenti. Se la nitidezza dell'immagine verso i bordi lascia a desiderare, possiamo applicare un diaframma di circa 15 mm di apertura, compromettendo però, naturalmente, la luminosità.

Fig. 292. Cannocchiale terrestre; la lente d'inversione è fissata in una montatura apposita.

Fig. 293. Cannocchiale a tre tubi a telescopio.

Questo cannocchiale è lungo, quando è chiuso, un po' piú di 30 cm. Possiamo ridurre questa dimensione, un po' eccessiva quando si tratta di portarsi lo strumento in una gita, a 25 cm, usando tre tubi di 23 cm di lunghezza ciascuno, rientranti l'uno nell'altro (fig. **293**). La mobilità dei tubi rende però alquanto difficile la messa a fuoco ed in generale l'uso dello strumento. È perciò opportuno limitarci ad un ingrandimento di 8 volte, usando un obiettivo di 6 diottrie (**f**=160 mm); in questo caso ci bastano due tubi di 22 cm, lo strumento chiuso ha dunque soltanto 23 cm di lunghezza, e per di piú l'immagine, meno ingrandita, diventa piú nitida. La distanza delle due lenti nel tubo portaoculare resta invariata.

Un capitolo per il fotografo

Molti di voi possiedono certamente un apparecchio fotografico e lo sanno anche usare bene. Ma il fotografo dilettante non può essere definito « provetto » se la sua attività si limita a fare la foto, lasciando tutto il resto al laboratorio. Non tutti, certamente, possono disporre di una camera oscura per sviluppare da soli le loro pellicole, ma la fotografia non deve per ciò limitarsi alla sola registrazione dell'apparecchio con susseguente scatto. Per esempio l'ingrandimento: se lo facciamo da noi, possiamo ottenere degli effetti insperati, a parte l'evidente economia. Le diapositive a colori rendono molto di piú se proiettate su uno schermo: perché non costruirci il proiettore? E se facessimo anche delle fotografie al microscopio? E la fotografia stereoscopica?

Qui di seguito troveremo illustrate le costruzioni degli apparecchi necessari. Non entriamo nei particolari della tecnica di ripresa, dello sviluppo e dell'ingrandimento, perché esistono già numerosi manuali in proposito.

Fotografare senza apparecchio.

Per ottenere la riproduzione fotografica di un oggetto non occorre un apparecchio, e possiamo anche fare a meno di una pellicola o lastra sensibile. Compериamo in un negozio di articoli fotografici 10 fogli di carta per copie (non al bromuro!) del formato 9×12 cm. Appoggiamo sulla facciata sensibile di uno di questi fogli un lavoro fatto ad uncinetto, una filigrana, una foglia secca di platano, ecc., ed esponiamo tutto per qualche secondo alla luce di una lampada elettrica. Sviluppato il foglio, l'oggetto apparirà bianco sul fondo nero, cioè in « negativa »; spesso queste negative stampate sono di bellissimo effetto. Il tempo esatto di esposizione si determina con qualche tentativo, ed è poi valido una volta per sempre per lo stesso tipo di carta e la stessa distanza della lampada.

Oggetti metallici (monete, gioielli) possono essere riprodotti elettricamente, con effetti spesso sorprendenti. Come materiale negativo usiamo una lastra 6×9 o 9×12 cm. La corrente viene fornita da una macchina ad induzione od anche da un apparecchio ad alta frequenza usato spesso in casa per scopi curativi. In una stanza completamente oscurata poniamo sul tavolo una lastra di vetro, una lastra piú piccola di lamiera, infine la lastra fotografica con la parte sensibile verso l'alto, e su di essa l'oggetto metallico. Quest'ultima e la lastra di lamiera vengono collegati coi due poli dell'apparecchio generatore, per esempio a mezzo di catenelle. Per la ripresa, si fanno passare attraverso la lastra sensibile 1 o 2 scintille; lo sviluppo ed il fissaggio avvengono come al solito. Le copie tirate dalla lastra mostrano l'oggetto con tutti i particolari, mentre i contorni sembrano emanare dei raggi luminosi.

Se usiamo l'apparecchio ad alta frequenza, possiamo fare a meno della lastra di vetro inferiore (di protezione) e delle catenelle di collegamento. Basta toccare l'oggetto con l'elettrodo di vetro (rivestito di tessuto non trasparente affinché la sua luce non impressioni la lastra).

Ancora piú interessante è la riproduzione senza luce visibile. Molte sostanze hanno la caratteristica di accumulare la luce ultravioletta, cioè quella parte dello spettro solare che non è visibile. Delle figure ritagliate in carta bianca e lasciate semplicemente posare su una lastra sensibile (naturalmente al buio) per circa mezz'ora, sono poi chiaramente riprodotte sulla lastra sviluppata. Se facciamo lo stesso esperimento con un'assicella di legno, la lastra mostrerà la venatura del legno in ogni suo particolare. La luce solare immagazzinata dalla cellulosa si mantiene infatti per giorni e settimane ed è in grado

di impressionare la lastra fotografica. Ancora piú strano è il fatto che le ali di farfalla emanano dei raggi di natura ignota, anch'essi capaci di impressionare la lastra. Un'ala di farfalla, lasciata per 24 ore al buio leggermente premuta contro una lastra fotografica, si riproduce perfettamente con ogni dettaglio del suo disegno. E la cosa piú strana è che alcuni tipi di farfalla danno immagini positive, altre invece negative.

La camera oscura fotografica.

La fotografia è una tra le piú belle occupazioni e ci permette di fissare in immagini impressioni fugaci e spesso non ripetibili. Qualche volta, però, il nostro apparecchio ci fa disperare e non sappiamo come usarlo per riprendere quello che c'interessa. Per esempio: vogliamo fotografare un edificio, una chiesa o un monumento, che non «entrano» nel mirino perché troppo grandi, e d'altra parte non possiamo prendere distanza sufficiente perché ostacoli vari ce lo impediscono. Oppure: un paesaggio, una piazza, che non possono essere fotografati perché davanti all'obiettivo passano continuamente persone o veicoli. Come fare?

Naturalmente esistono dispositivi tecnici per risolvere gran parte di questi problemi. L'obiettivo grandangolare, a lunghezza focale ridotta, permette di abbracciare una visuale molto piú ampia dell'obiettivo normale. Pellicole ultrasensibili permettono scatti brevissimi. Ma se abbiamo un apparecchio semplice, tutte queste meraviglie della moderna tecnica fotografica non ci servono granché. Se poi tentiamo di fotografare da vicino, rinunciando a parte del nostro soggetto (la punta del campanile, o la parte inferiore dell'edificio), la fotografia mostra tutte le linee verticali fuggenti, come se la costruzione dovesse cadere indietro da un momento all'altro.

In questi casi possiamo ritornare all'antenato della macchina fotografica, chiamato anch'esso camera oscura. Si tratta di una cassetta completamente chiusa, con un forellino al posto dell'obiettivo (ø 0,3-0,7 mm). Come funzioni, lo illustra la figura **294**. Ogni raggio di luce che, partendo dal soggetto, penetra attraverso il foro nell'interno della camera, arriva, senza essere rifratto, sul fondo della stessa, sicché su questo fondo si forma nuovamente l'immagine ridotta del soggetto. Questo vale per qualsiasi distanza tra foro e fondo, e non occorre perciò neppure mettere a fuoco. Se il fondo è sufficientemente grande, è possibile fotografare un soggetto anche molto grande da distanze ridottissime; per di piú, non si ha il fenomeno delle linee sfuggenti. Il foro piccolissimo naturalmente lascia passare soltanto poca luce; occorrono tempi di esposizione superiori di 100-200 volte a quelli usati normalmente. Non si possono perciò riprendere soggetti in movimento, ma d'altra parte questo ci aiuta quando, come abbiamo accennato, il traffico ci impedisce di fotografare un paesaggio. Infatti, esponendo alcuni minuti, i passanti ed i veicoli non lasceranno alcun segno sulla nostra immagine.

La nitidezza di queste fotografie non è sufficiente per permettere ingrandimenti, perciò dobbiamo usare un formato grande, almeno 6×9, se non maggiore. Se possediamo ancora una vecchia camera a lastre, o se riusciamo a trovarne una presso qualche negozio di articoli fotografici (costano pochissimo, una volta tolto l'obiettivo che a noi d'altra parte non serve), la trasformazione non offre alcuna difficoltà. Al posto dell'obiettivo dobbiamo mettere un dischetto di lamiera con un foro 0,3-0,4 mm che però deve poter essere sostituito, per poter inquadrare il soggetto sul vetro opaco, da un'apertura di 1,5 mm. Nella figura **295** è illustrato il dispositivo occorrente. Un dischetto di cartone **a** con un foro da 1,5 mm porta un telaio **b** costituito da due pezzi di cartone tagliati a forma di doppio angolo, quello esterno un po' piú largo dell'altro. Nella fes-

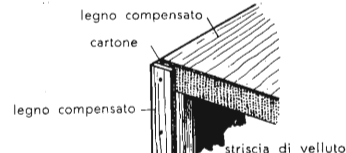
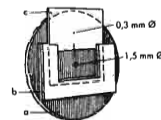
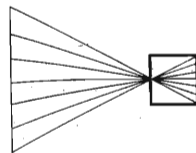



Fig. 294. Camera semplice: traiettoria della luce.

Fig. 295. Telaio della lastrina forata.

Fig. 296. Scanalatura per l'inserimento della lastra.

sura entra la lastrina **c** col foro 0,3 mm proprio davanti a quello piú grosso nel cartone. La lastrina deve essere molto sottile (0,2 mm) e viene forata con l'aiuto di un ago, ponendola su un piano liscio di legno duro; la bava viene eliminata con un trapano a mano nel quale abbiamo inserito la punta piú sottile di cui possiamo disporre. Il dischetto **a** viene poi fissato al posto del vecchio obiettivo.

Per usare la macchina, si solleva la lastrina di metallo e si controlla l'inquadratura sul vetro smerigliato. Poi si abbassa la lastrina per l'esposizione, per la quale si calcola un tempo corrispondente a 90 volte il tempo calcolato per un apparecchio normale a diaframma 32. Per esempio, se normalmente dovessimo esporre per 1/2 di secondo, con la nostra camera l'esposizione sarebbe di 1/2×90=45 secondi.

Data la lunga esposizione, si usa naturalmente il treppiede.

Volendo costruirsi da sé la camera oscura fotografica, si usano tavolette di legno compensato da 3 mm collegate tra loro con listelli 8×8 mm incollati negli spigoli interni. Per il formato 9×12 cm, la profondità della cassetta deve essere di 10 cm, le misure esterne sono di 11,5×15 cm. Sul fondo aperto incolliamo ed inchiodiamo un telaio doppio di cartone e legno compensato per l'inserimento della lastra nonché strisce di velluto per impedire le infiltrazioni di luce (fig. **296**). Nel centro del fondo avvitiamo un disco di alluminio con filetto per il treppiede. Tutta la cassetta viene poi ricoperta di carta o tessuto nero.

Visori per negative e diapositive.

Una lastra di vetro smerigliato, illuminata uniformemente dal basso, è assai utile per studiare negative e diapositive in ogni loro particolare; lo stesso apparecchio, provvisto di una lente d'ingrandimento, permette anche di guardare le fotografie di piccolo formato senza doverle ingrandire. Descriviamo ora un apparecchio a piano inclinato, trasformabile secondo l'uso richiesto, per formati fino a 6×9 cm.

La figura **297** illustra la costruzione della cassetta, in legno dolce 10 mm. La parete destra ha un'apertura circolare di ø 35 mm nel centro. Il telaio **A** è di legno compensato 3 mm e lo fissiamo con quattro viti a testa conica; per questo modello, l'apertura quadrata è di 105×105 mm. Naturalmente, tutto l'apparecchio può essere di dimensioni maggiori. Inferiormente il telaio porta la solita cornice di legno sagomato per accogliere il vetro smerigliato **D** (115×115 mm circa), piuttosto sottile per non perdere in luminosità.

Una serie di fori **J** (v. sezione) nel fondo e nella parete posteriore permettono una buona aerazione, che deve essere favorita montando la cassetta su due listelli. Verso lo spigolo interno, due specchi **E** (45×100 mm) fissati con viti a testa larga riflettono la luce della lampadina verso il vetro smerigliato.

La lampadina **F** deve essere a tubo, possibilmente con un solo filamento teso per il lungo. Esistono in commercio vari tipi adatti; scegliamo una lampa-

dina con attacco mignon da 15-25 W, ci procuriamo il portalampade, una spina e due metri di cavo bipolare. Un disco **H** di legno compensato 5 mm con un foro centrale da 6 mm porta la lampadina col suo zoccolo ed è fissata sulla cassetta con tre viti.

Il vetro smerigliato può essere parzialmente schermato col coperchio **B** di lamierino stagnato o zincato 0,6 mm, con una finestrella centrale 40×40 mm ed una lista **S** di ottone od alluminio 3×10 mm saldata o chiodata un po' al di sotto di essa. Sulla lista scorrono le diapositive che si possono agevolmente osservare nella finestra illuminata. Come si vede nella figura **298**, il coperchio è sagomato nella parte superiore in corrispondenza della cassetta e, fissato con due cerniere saldate su di esso ed avvitate sulla parete posteriore della cassetta, può essere rovesciato all'indietro per liberare il vetro smerigliato intero (tavola XVII).

Come lente di ingrandimento usiamo una lente comune da lettura di 6-8 cm di diametro, con lunghezza focale non superiore a 15 cm. Una montatura semplice può essere ricavata da una scatola di latta rotonda di diametro adatto, alla quale tagliamo il fondo lasciando un bordo di 3 mm, entro il quale la lente viene fissata con un anello di metallo. La lunghezza del tubo deve essere determinata con qualche esperimento; all'estremità, due rientranze permettono il passaggio delle diapositive o delle negative. Una striscia di metallo, saldata in alto al tubo e piegata secondo la sagoma della cassetta, permette di togliere e rimettere il dispositivo ottico con un solo movimento.

La cassetta può essere verniciata in grigio chiaro o con vernice di allumínio, e la si può costruire, naturalmente, anche in lamiera.

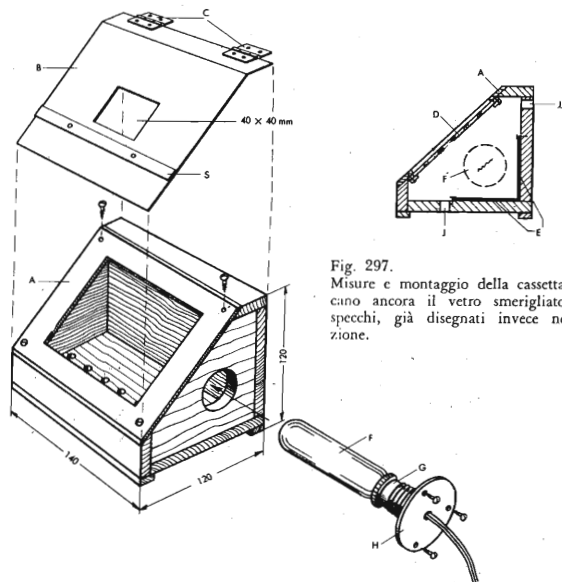



Fig. 297.
Misure e montaggio della cassetta. Mancano ancora il vetro smerigliato e gli specchi, già disegnati invece nella sezione.

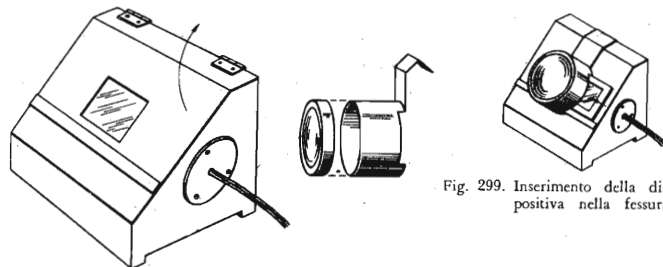



Fig. 299. Inserimento della diapositiva nella fessura

Fig. 298. Il visore finito. A destra: lente montata.

Visore a proiezione con dispositivo d'ingrandimento.

Il visore ora descritto è particolarmente adatto per diapositive a colori, purché usiamo una lente che dia almeno un ingrandimento di una volta e mezza. Naturalmente è piú comodo, specie quando vi sono piú persone che vogliono vedere insieme le foto, proiettarle su uno schermo dove appaiono ingrandite 50 volte. D'altra parte, non è il caso di liberare un locale, oscurarlo, montare lo schermo ecc., magari per poche diapositive soltanto. In questi casi ci serve ottimamente un visore a proiezione che ingrandisca le foto al formato di cartolina e può essere usato anche in locali non oscurati. L'apparecchio qui descritto, ideato dall'autore, permette anche l'ingrandimento di formati minori al formato di 9×12 cm, essendo cosí a doppio uso (tav. XVIII).

Lo schema dell'apparecchio usato come visore è dato dalla figura **300**. Nella parte inferiore della cassa (1), costruita in modo da formare un piano d'appoggio, è sistemata la lampadina (2) con lo specchio inclinato (3). Sopra lo specchio, un'apertura circolare di 45 mm di diametro è schermata da una lastra di vetro smerigliato (4) che serve a diffondere la luce riflessa uniformemente sulla diapositiva (5) posata sopra l'apertura. Nella parte superiore dell'apparecchio trovano posto l'obiettivo (6), lo specchio mobile (7) ed infine il vetro smerigliato (8) che serve da schermo trasparente.

Dalla figura risulta chiaramente come l'immagine data dall'obiettivo, alquanto ingrandita, venga rispecchiata ed inviata sullo schermo.

Volendo usare l'apparecchio come ingranditore, si abbassa lo specchio (7), lasciando che i raggi provenienti dall'obiettivo proseguano direttamente verso il telaio 9×12 cm fissato in un'apertura del coperchio (15). Basta inserire nel telaio la carta sensibile (9), e l'apparecchio, nel quale invece della diapositiva abbiamo inserito una negativa, provvede all'ingrandimento, col vantaggio che il telaio è già a distanza adatta dall'obiettivo per garantire la nitidezza della copia senza dover procedere alla messa a fuoco, e che il tempo di esposizione rimane sempre uguale a parità di carta e di qualità della negativa. L'ingrandimento diventa cosí un'operazione facile come la copiatura.

Il corpo dell'apparecchio può essere costruito con facilità in legno; la figura **302** ne dà una sezione in scala 1:4, dalla quale possiamo rilevare le dimensioni principali. Le pareti laterali (1i), la parete posteriore (1j), la paretina anteriore (1k) ed il coperchio (15), come pure il telaio per lo schermo (1l) e il portaspecchio sono di legno compensato 3 mm, le altre pareti di legno 10 mm. La larghezza dell'apparecchio è di 155 mm piú lo spessore delle pareti laterali. Le pareti con aperture sono disegnate un'altra volta nella figura **303**, in misura ridotta, con le dimensioni necessarie, ma senza tenere conto delle varie smussature di spigoli.

Tutte le dimensioni sono studiate per un obiettivo doppio (6) di 45 mm di lunghezza focale, che può essere composto, per esempio, da due lenti concavo-convesse di 36 mm di diametro e 75 mm di lunghezza focale, a distanza di 50

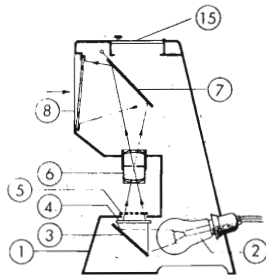



Fig. 300. Traiettoria della luce nel visore a proiezione.

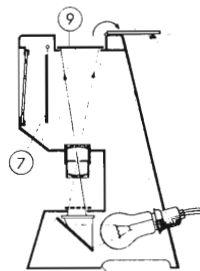



Fig. 301. Per l'uso come ingranditore, basta girare lo specchio in posizione verticale.

mm, e da un diaframma di 5-6 mm di apertura. Questa disposizione dà immagini di 85×120 mm sullo schermo. Dato che i vari colori che compongono la luce bianca vengono rifratti con angoli differenti dalle lenti semplici, occorre tenere presente che agli effetti fotografici sono piú attivi i raggi di luce azzurra e violetta che vengono rifratti maggiormente, che non i raggi di luce gialla; perciò la carta sensibile deve essere spostata un po' in basso rispetto all'altezza dove l'immagine semplicemente proiettata risulta a fuoco. Le dimensioni dello schizzo tengono già conto di questo fatto; tuttavia, prima di montare definitivamente il telaio per gli ingrandimenti, conviene fare alcuni ingrandimenti di prova con diverse distanze di esso dalla lente (inserendo spessori di cartone di varie misure).

Chi usa un obiettivo di quelli che si trovano in commercio, già corretto, di 5 cm di lunghezza focale, ottiene naturalmente immagini molto piú luminose. In questo caso, la messa a fuoco del telaio avviene controllando la nitidezza su un vetro smerigliato, inserito provvisoriamente in esso, con la parte ruvida verso il basso.

La lampadina (2) è di 100 W ed è montata col suo portalampade (2a) nell'apertura della parete posteriore. Il fatto che essa si trovi lateralmente rispetto alla negativa o diapositiva, e per di piú separata dall'apparecchio in una scatola ben ventilata (v. frecce della figura), è una garanzia contro l'eccessivo riscaldamento della celluloide. Le pareti interne in prossimità del globo vengono inoltre rivestite di amianto, mentre due guide di lamiera (12) e (13) convogliano l'aria calda nella direzione voluta, verso l'apertura di uscita (14).

Lo specchio (3) (8×8 cm) è fissato su un supporto come già descritto (fig. **276**). Per registrarlo comodamente, la paretina (1k) è soltanto avvitata. Le guide (1l) sono composte di listelli di legno duro o di piatti di alluminio od ottone, con le sezioni 3×10 mm e 2×15 mm, e vengono fissate con viti a testa conica in modo tale che i telaietti delle diapositive possano facilmente scorrervi.

Lo schermo (8) (135×135 mm) è fissato sul telaio (1l) con listelli analoghi; il telaio a sua volta è avvitato sui pezzi (1f) e (1g). Lo specchio (7) (12×15 cm) è montato in un telaio (10) di legno compensato e deve essere molto sottile, a meno che non si usi uno specchio argentato in superficie. Questo telaio viene fissato con due cerniere su (1h) e reso azionabile dall'esterno, secondo le figure **304** e **305**. Sul suo fondo incolliamo un listello (16) (15×15 mm) la cui testata

Foto 33. Osservazione del firmamento con il nostro telescopio.

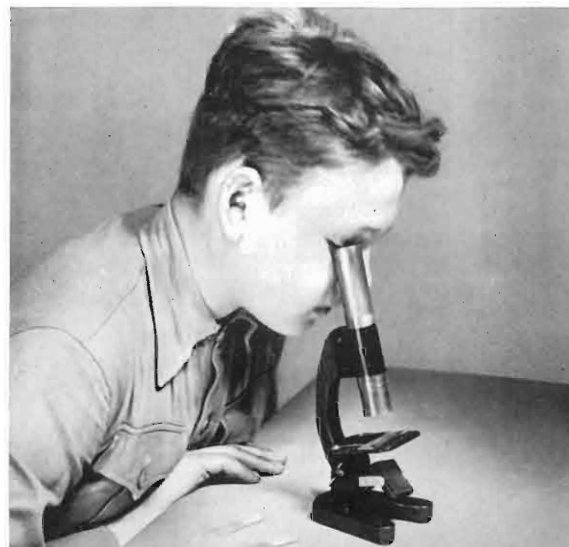



Foto 34. Microscopio da 50 ingrandimenti.

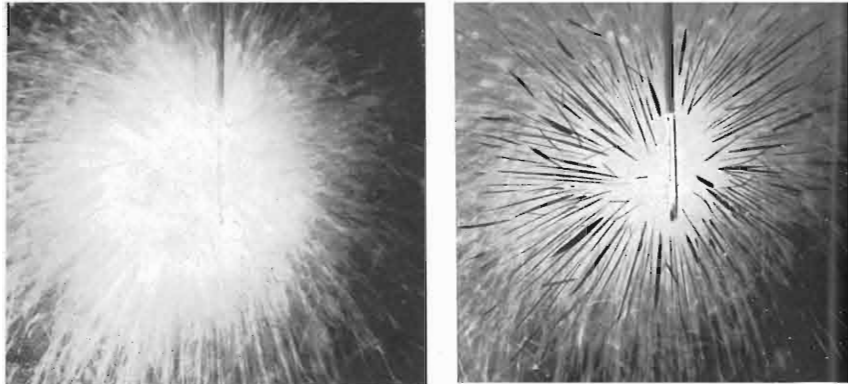



Foto 35-36. Il mistero dell'effetto Clayden. Ripresa di un candelotto senza (foto 35) e con (foto 36) esposizione supplementare. La seconda foto mostra chiaramente le righe nere.

TAV. XVII

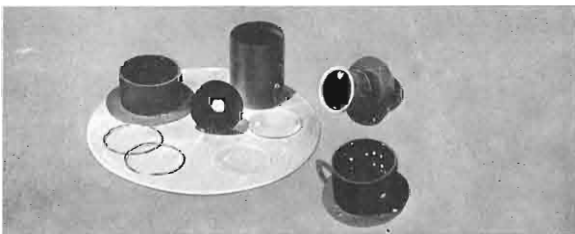



Foto 37. Lenti montate. A sinistra, obiettivo per episcopio, scomposto nelle sue parti; a destra, obiettivo di condensazione, e più in fondo, obiettivo da proiettore.

Foto 38. Visore per formato ridotto, con lente di ingrandimento staccata.

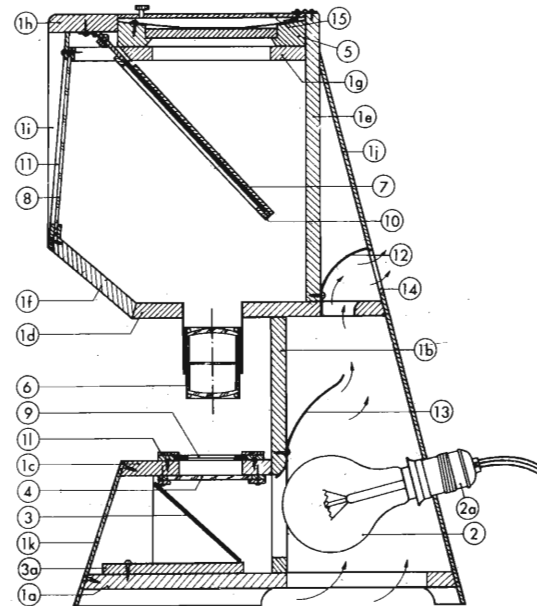



Fig. 302. Sezione laterale in scala 1:4.

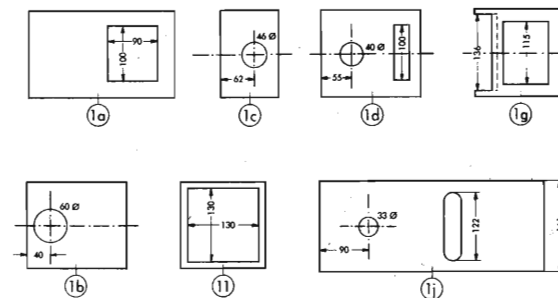



Fig. 303. Misure delle aperture nelle pareti.

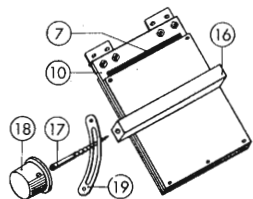



Fig. 304. Montaggio dello specchio mobile, con bottone di comando e mascherina.

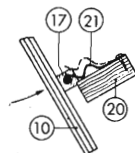



Fig. 305. Molletta di fermo per lo specchio.

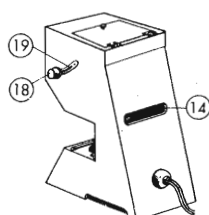



Fig. 306. L'apparecchio finito.

destra è provvista di una vite 6 mm che si muove in una fessura curva della parete esterna di 7 mm di larghezza. Tagliata la testa alla vite, possiamo fissarvi un bottone di radio a fermo laterale (18); la fessura può essere ricoperta da una mascherina di alluminio (19) (v. anche fig. **306**). Per fermare lo specchio nella posizione alzata, avvitiamo sulla parete interna un blocchetto (20) con una molletta sagomata (21) (fig. **305**) sotto la quale, dopo averla sollevata, entra la parte cilindrica della vite. Lo specchio si trova nella posizione giusta quando l'immagine proiettata sullo schermo ha i bordi paralleli; se ciò non avviene, è segno che l'asse di rotazione dello specchio non è parallelo ai piani dello schermo e di appoggio della negativa; in questo caso bisogna correggere leggermente la posizione delle cerniere, inserendo uno spessore o spostando le viti. Il telaio di copiatura deve essere portato sulla misura adatta o, se vogliamo, costruito appositamente.

Le lamiere (12) e (13) e l'interno della parte superiore vengono poi tinti in nero, gli esterni ricoperti con plastica grigia.

Chi vuole un apparecchio particolarmente luminoso può inserire al posto del vetro smerigliato (4) una lente composta di 30-40 mm di lunghezza focale e, al di sotto di essa, una lampadina da 50 W per proiettori di pellicole a passo ridotto.

Per l'uso come ingranditore, l'apparecchio deve essere provvisto di porta-negativa, che costruiamo con due lastrine di vetro 50×90 (tagliare delle lastre fotografiche 9×12) alle quali abbiamo smussato gli spigoli dei lati piú corti, e con due strisce di carta nera (fig. **307**).

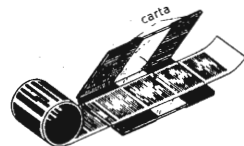



Fig. 307. Porta-negative: costruzione semplice in lastrine di vetro.

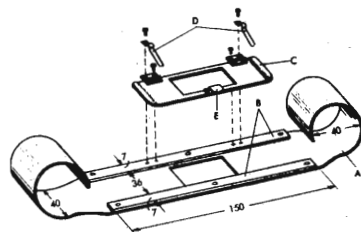



Fig. 308. Porta-negative: costruzione perfezionata in metallo.

Un dispositivo piú perfezionato, in metallo, è illustrato nella figura **308**. La parte **A** è costituita da una striscia di alluminio larga 50 mm e lunga 380 mm, di spessore 1 mm, piegata alle estremità e con una finestrella di 24×36 mm, sui cui bordi sono chiodati due listelli di alluminio 7×2 mm. L'antina **C** è anch'essa ritagliata in alluminio 2 mm, ha una finestrella di 24×36 mm e due cernierine, con le quali essa è avvitata al listello posteriore. Due dei bulloncini usati fermano inoltre le lamelle **D** con le quali l'antina viene premuta contro il fondo di **A**. Una maniglietta **E** permette di sollevare l'antina per rendere possibile l'introduzione del film.

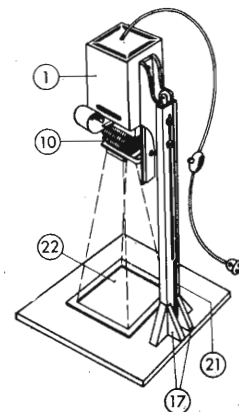



Fig. 309. Ingranditore per negative fino a 6×9 cm.

Ingranditore.

Con l'apparecchio descritto, possiamo ingrandire soltanto negative di piccolo formato e siamo legati ad una dimensione massima della copia di 7×10. Per poter avere ingrandimenti senza limitazioni di formato di partenza o di arrivo, occorre un apparecchio in cui le posizioni rispettive della negativa con la lampadina, dell'obiettivo e del piano della positiva, possano essere variate a piacere.

Un simile apparecchio, illustrato nella figura **309**, permette di ottenere ingrandimenti fino a 24×30 cm. Inoltre esso ci mette in grado di stampare ingrandimenti anche di negative non perfettamente esposte, coprendo alcune parti di esse durante l'esposizione e lasciando esposte le altre piú a lungo. La costruzione non è difficile, mentre l'uso dell'apparecchio dà le piú belle soddisfazioni a chi si occupa seriamente di fotografia.

Non possiamo, tuttavia, usare un obiettivo costruito da noi stessi, perché non possiamo calcolare volta per volta la differenza tra il fuoco visibile e quello ottico. D'altra parte, un obiettivo corretto (aplanatico od anastigmatico) di lunghezza focale 50-60 mm è piuttosto costoso. Usiamo perciò un vecchio apparecchio fotografico a lastre 6×9 cm, con obiettivo 1:6,3, che può essere acquistato per poche migliaia di lire. Questi apparecchi di solito hanno anche il soffietto con registrazione della distanza, che possiamo utilizzare direttamente. La lunghezza focale di questi apparecchi è di solito 10,5 cm, ciò che ci costringerebbe a montare l'apparecchio su una colonna piuttosto alta; possiamo però, con una comune lente di lunghezza focale 10-12 cm, riportare l'obiettivo alla lunghezza focale voluta di 50-60 mm.

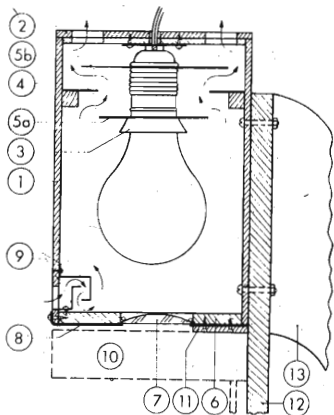



Fig. 310. Sezione della cassetta.

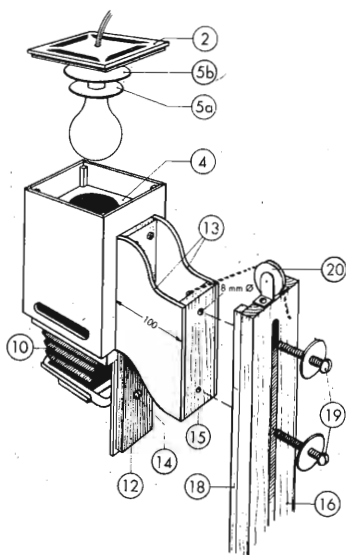



Fig. 311. Il collegamento tra cassetta e colonna.

La costruzione è illustrata nelle figure **309-311**. Il basamento, un piano di legno 350×350×16 mm, porta una lista di legno (16) (2×9×60 cm) il cui piede si allarga a 15 cm ed è ulteriormente rinforzato da due traversine (17). La lista ha per gran parte della sua lunghezza una fessura larga 10 mm ed in corrispondenza di essa, due listelli (18) 10×10 mm, incollati sui bordi, formano la guida per il braccio della cassetta della lampadina. Questo braccio — due listelli (12) e (15), sezione 70×20 mm, e due assicelle di compensato (13) — è guidato nella fessura con due bulloni 19 (8×50 mm) e deve essere facilmente spostabile, per cui sotto i bulloni inseriamo due rondelle larghe. Due angoli di ferro in testa alla colonna portano una carrucola (20) di almeno 35 mm di diametro, sopra la quale passa un cavetto di acciaio che termina, da una parte in un anello avvitato in (15), dall'altra prosegue in una molla (21) lunga 20 cm fissata in un altro anello avvitato sul basamento. La molla deve essere scelta in modo che essa mantenga in equilibrio il peso costituito dalla cassetta della lampadina e dall'apparecchio fotografico; essa può anche essere sostituita da un contropeso di piombo.

La figura **310** mostra la sezione della cassetta (1), fissata al suo braccio con quattro bulloni 4×35 mm. La cassetta ha le dimensioni 130×130×200 mm ed è composta di pareti di legno compensato 4 mm collegati da listelli 10×10 mm un po' piú corti per permettere l'inserimento del coperchio (2) e del fondo (6). Il fondo, di compensato 10 mm, porta in un'apertura centrale una lente (7) di almeno 45 mm di diametro, che poggia su una lastra di alluminio (8) (1 mm) con un foro di diametro un po' inferiore alla lente. Con le stesse viti fissiamo sul fondo della cassetta anche l'assicella (11) che formerà la battuta per il porta-pellicola.

Dalla cassetta non deve filtrare alcuna luce; tutte le giunture devono perciò essere ermetiche, le aperture di aerazione schermate. Nella figura **310** queste aperture che in realtà si trovano sulle pareti laterali, sono state riprodotte come se fossero ricavate nella parete anteriore. Le aperture di uscita si trovano nel coperchio (2) che porta anche il portalampade con l'apposito disco a flangia e con due dischi di lamiera saldati su di esso, che fungono anch'essi da schermi-luce, uno (5a) di 7 cm, l'altro (5b) di 9 cm, distanza 35 mm circa. Infine, all'interno della cassetta, due listelli portano un quadrato di lamiera (4) con un'apertura centrale di 7 cm, che dunque permette appena il passaggio del disco (5a) e con ciò lo smontaggio del coperchio. Le pareti della cassetta sono rivestite di amianto, l'esterno con tessuto di plastica nero o scuro.

Fig. 312. Cornice mobile per carta sensibile.

Usiamo una lampadina di vetro opale da 100 W. Se al posto della lente usiamo un disco di vetro opale, possiamo sostituire la lampadina con una di vetro trasparente o smerigliato, perdendo tuttavia alquanto in luminosità. Nel cavo di collegamento inseriamo un interruttore « a passaggio » che serve anche per l'esposizione.

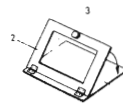
L'apparecchio fotografico (10) viene fissato sul pezzo (12) mediante un bullone (14) (3/8, lungo 25 mm) che entra nel foro filettato del fondo. Il porta-negative piú semplice è costituito, come già illustrato, da due lastrine di vetro tenute insieme da strisce di carta (fig. **307**); le lastrine devono però essere lunghe 15 cm e vengono infilate, dopo aver inserito la pellicola, nello spazio tra l'apparecchio e il fondo della cassetta. Possiamo pure usare il porta-negative secondo la figura **308** in cui la parte **C** diventa lunga 150 mm e si eliminano cerniere e lamelle.

Se l'ingranditore deve servire per negative 6×6 cm, la lente deve avere almeno 90 mm di diametro; in questo caso non occorre la lente correttiva davanti all'obiettivo. Naturalmente il porta-negative deve essere costruito piú largo.

La carta sensibile deve essere stesa perfettamente sul basamento. Meglio che con le mollette, questo scopo viene raggiunto con una cornice mobile costruita, secondo la figura **312**, di lamiera zincata 1 mm. La cornice (2) ha l'apertura tale che la carta sensibile si trova coperta da tutti i lati di 1 cm, e la larghezza di 3 cm; il fondo (1) è dello stesso formato della cornice, con uno dei bordi sporgente di 1 cm. Due cerniere saldate su cornice e fondo formano il collegamento, un bottone metallico (3) serve per manico ed appesantisce il suo lato. Il fondo viene poi ricoperto di carta bianca, la cornice verniciata di nero opaco, perché l'immagine di prova proiettata sul fondo bianco risulti ben delimitata. Sulla carta bianca del fondo segniamo con inchiostro di china l'esatta posizione della carta sensibile.

Proiettore per formato piccolo.

Il proiettore qui descritto (fig. **313** e tav. XV) dà immagini nitide su schermo, secondo la lampadina (per proiezione) usata: con 50 W, fino a 1 metro di lato, con 100 W fino a 1,5 m e con 150 W fino a 2 m.

La sezione figura **314** mostra le parti essenziali dell'apparecchio: nella cassetta è sistemata la lampadina di proiezione (4) e la lente di condensazione (10), mentre un tubo di guida (14) permette la registrazione del tubo porta-obiettivo (15). Le diapositive vengono inserite nello spazio tra la lente di condensazione ed un piano verticale (13) posto sul davanti della cassetta; nel canale cosí formato delimitato dal piano (13), dalla parete anteriore della cassetta (3) e da due listelli laterali (12), la prima diapositiva cade fino in fondo, la seconda, appoggiando sulla prima, si trova esattamente dietro l'obiettivo. Inserendo in alto una terza diapositiva e togliendo la prima lateralmente, le due rimaste scendono di 5 cm e l'ultima introdotta si trova perciò esattamente nella linea

di proiezione, e cosí via. Per permettere di togliere l'ultima diapositiva in basso, il piano frontale ha la rientranza che si vede nella figura **317** ed il listello (12) termina già 52 mm al di sopra della base.

Per gli apparecchi di proiezione è essenziale che la lampadina possa essere spostata finché il filamento incandescente coincide con l'asse ottico (retta passante attraverso i centri di tutte le lenti) e si trovi a distanza esatta dalla lente di condensazione. Per questo motivo, lo zoccolo (5a) è fissato su un listello (6) provvisto di due fessure 10×20 mm che può essere registrato nella sua posizione rispettiva al basamento (1a), sul quale è imbullonato mediante i due bulloni (7) (4×30 mm) e con l'interposizione di due piattine di ferro (8) (2×15×30 mm). Se l'attacco della lampadina è del tipo a baionetta, lo zoccolo è di solito già provvisto di un dispositivo per la registrazione in direzione verticale; il portalampade con attacco a vite viene invece scelto opportunamente con zoccolo cilindrico che permette di registrarlo in direzione verticale nel foro del listello. Ed ora passiamo alla costruzione dei singoli pezzi.

Basamento: Il basamento (1a) di legno 12 mm (220×130 mm) ha una grande apertura (75×75 mm) di aerazione ed una piccola per un interruttore a leva (9). Sotto i bordi arrotondati a lima avvitiamo due liste 20×20 mm. I pezzi di copertura (1b) di legno compensato 4 mm vengono semplicemente incollati ai fianchi del basamento. L'interruttore (9) è avvitato su un ponte di lamiera provvisto di un foro 10 mm, ed il ponte a sua volta avvitato sul basamento. Tutto il basamento può essere anche costruito in lamiera di alluminio 2 mm; in questo caso l'interruttore si avvita direttamente in un foro ⌀ 10 mm della lastra.

Posizione, forma e sistemazione del listello portalampada (6) sono chiaramente visibili nelle figure **314** e **315**. La larghezza è di 50 mm. Un tubo di lamiera (⌀ 60 mm) provvisto di fessura longitudinale in corrispondenza del filamento della lampadina, fissato sul medesimo listello, impedisce che la luce si diffonda verso il basso; allo stesso scopo può servire un ponte di lamiera inchiodato al di sotto del basamento, trasversalmente rispetto all'apertura di aerazione.

Cassetta per la lampadina: La parete anteriore (3) è di lamiera stagnata o zincata 0,6-0,7 mm; la sua forma risulta dalle figure **316** e **317**. Essa viene avvitata con precisione sul basamento, in modo che sia perfettamente verticale; la sua distanza dal filamento deve essere di 73 mm circa. L'apertura centrale prosegue nel tubo (11) il cui diametro interno dipende da quello esterno della lente di condensazione. Quest'ultima, composta di due lenti 45-50 mm, lunghezza focale 60 mm, in un tubo metallico, può anche essere acquistata in un negozio specializzato unitamente al tubo di guida. In mancanza di tubi pronti adatti, possiamo costruirli di lamiera zincata (v. parte XIV); questo vale anche per l'obiettivo.

La parete (2) (figg. **316** e **317**), è anch'essa di lamiera stagnata o zincata 0,6 mm. Dopo aver ritagliato il pezzo, lo pieghiamo e lo saldiamo negli spigoli. Sotto l'apertura di aerazione saldiamo la protezione di lamiera (17). Il pezzo (2) deve adattarsi con facilità sopra la parete anteriore (3) alla quale in seguito verrà fissata con quattro viti. Alla parete anteriore (3) devono perciò essere saldati quattro dadi in corrispondenza dei fori.

Il pezzo (2) viene poi avvitato con quattro viti 3 mm a due profilati di alluminio (16) (2×15×15 mm), i cui fori possono essere direttamente filettati (maschiati). (Per la filettatura, v. parte XIV). Chi non è pratico, può saldare al bordo inferiore del pezzo degli angoli rivolti verso l'esterno, a mezzo dei quali anche questo pezzo, come la parete (3), può essere avvitato direttamente al basamento.

Canale di caduta e obiettivo: I listelli (12) possono essere fatti di legno compensato o di ottone piatto (sezione 3×20 mm). La parete frontale (13) di lamiera zincata 1 mm è imbullonata insieme coi listelli sulla parete (2). Prima di forare, assicuriamoci che le due aperture centrali siano concentriche e i due

Fig. 313. Proiettore per piccolo formato.

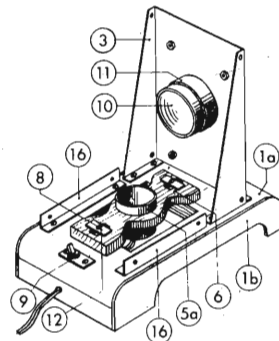



Fig. 315. Basamento con parete anteriore e portalampada.

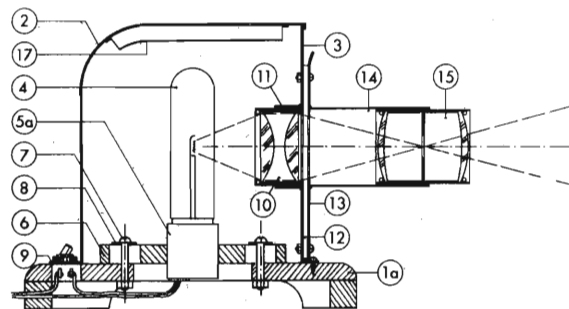



Fig. 314. Sezione dell'apparecchio finito.

listelli paralleli e a distanza giusta per permettere la caduta delle diapositive.

L'obiettivo è composto di due menischi ⌀ 42 mm, lunghezza focale 125 mm; la costruzione avviene secondo il consueto modello. Distanza delle lenti: 60 mm, apertura del diaframma 10-15 mm. Il tubo-guida (14) deve avere il diametro interno di almeno 45 mm e va saldato sulla parete frontale (13). Se il diametro è eccessivo e l'obiettivo non viene ben guidato, possiamo restringere la luce incollandovi uno strato di presspan.

Gli interni della cassetta vengono verniciati di nero, gli esterni di grigio chiaro. La lampadina viene registrata in modo che il cerchio luminoso sullo schermo non presenti ombre azzurrine.

Schermo: Possiamo servirci di cartoncino bianco da disegno piuttosto sostenuto, di forma quadrata, con due bordi incollati tra listelli 10×30 mm. Sono adatti pure certi tessuti bianchi, specie se dipinti con vernice bianca rifrangente. Fino al formato 1×1 m possiamo servirci anche di lastre di masonite dalla parte liscia, che viene verniciata di bianco.

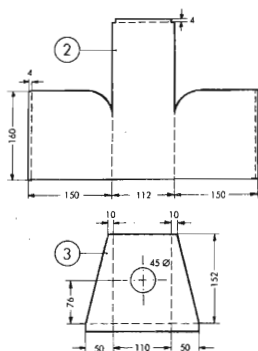



Fig. 316. Sviluppo delle pareti.

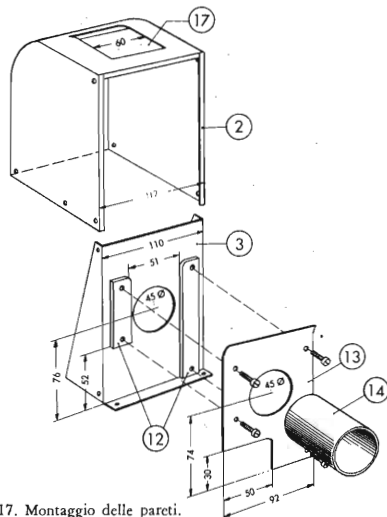



Fig. 317. Montaggio delle pareti.

Proiettore per diapositive 6×6 cm: Lo schema descritto serve, con poche varianti, anche per il formato 6×6. Il diaframma deve essere ridotto a 7-8 mm, per avere ancora immagini nitide ai bordi. Le lenti di condensazione devono avere almeno 85 mm di diametro, ciò che comporta l'aumento della larghezza di tutto l'apparecchio a 130 mm. Il maggiore formato impone anche la sostituzione del canale di caduta con un dispositivo per lo spostamento orizzontale, fatto di tre strati di lamiera d'alluminio o di compensato, di cui quello interno spesso 3 mm, in analogia a quanto illustrato nella figura **277**. I listelli, invece di verticali, diventano orizzontali, e il loro spessore deve permettere lo scorrimento senza intoppi del porta-diapositive. Per il resto, nessuna differenza nella costruzione.

Fotografia stereoscopica.

L'immagine fornita dalla lente corrisponde a quella che si avrebbe guardando con un occhio solo. L'uomo che guarda con due occhi, riceve però due immagini, prese da due punti di vista distanti 65 mm circa, e perciò un po' differenti. In parole semplici, l'occhio sinistro vede per esempio un dado o una scatola un po' piú da sinistra, l'occhio destra un po' piú da destra. Solo nel cervello queste due immagini differenti formatesi sulle due retine si congiungono, formandone una sola, tridimensionale. Possiamo fare questo facile esperimento: osserviamo da vicino un oggetto alternativamente con l'occhio sinistro e con l'occhio destro; la differenza tra le due visioni, anche in rapporto allo sfondo, sarà notevole. Un altro esperimento può essere effettuato con l'aiuto del disegno a figura **318**: osserviamo, con occhi rilassati, i due cubetti, e dopo un po' di tempo essi tende-

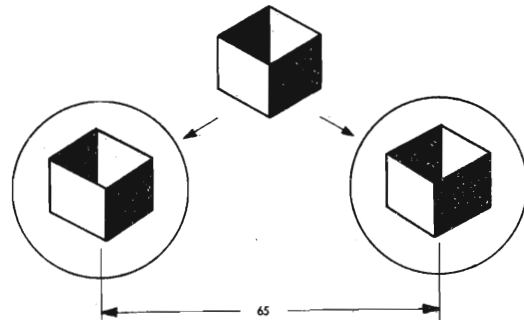



Fig. 318. Se si osservano le due immagini (nei cerchi) con occhi rilassati, esse tendono a riunirsi in un'immagine tridimensionale.

Fig. 319. Con una parete di separazione, la riunione delle immagini è immediata.

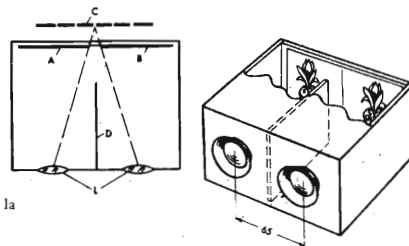



Fig. 321. Stereoscopio. Le due immagini *A* e *B* danno l'immagine stereoscopica, ingrandita, *C*.

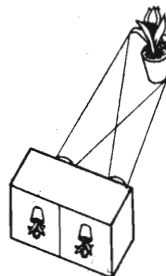



Fig. 320. Schema dell'apparecchio stereoscopico.

ranno ad avvicinarsi ed a fondersi in una visione stereoscopica di un unico cubo. L'effetto è immediato se teniamo un pezzo di carta verticalmente tra i due disegni, in modo che l'occhio destro non possa veder il disegno sinistro e viceversa (fig. **319**). Come abbiamo detto, gli occhi devono essere rilassati, come quando si guarda lontano senza fissare alcun oggetto in particolare. La distanza del foglio deve essere di 20 cm circa. Ecco dunque in cosa consiste la visione stereoscopica.

Esistono appositi apparecchi fotografici che fissano una vicina all'altra le due visioni parziali (fig. **320**); la fotografia doppia deve essere poi osservata attraverso un visore speciale (stereoscopio) nel quale appare unica (fig. **321**).

Lo stereoscopio permette infatti di vedere attraverso due lenti **L**, a distanza all'incirca uguale alla lunghezza focale, le due immagini **A** e **B** separatamente, una parete **D** limitando il campo visivo. Le lenti hanno anche funzione d'ingrandimento, per cui l'immagine **C** risulta non solo in rilievo, ma anche ingrandita. Gli stereoscopi sono abbastanza economici, specie se costruiti per diapositive che vengono guardate in trasparenza. Per contro, gli apparecchi stereo-

scopici sono cari. Se rinunciamo alla ripresa di soggetti in movimento, possiamo raggiungere lo scopo con due fotografie consecutive del medesimo soggetto, prese da due punti distanti come gli occhi, cioè di 65 mm (nell'apparecchio stereoscopico, le due fotografie si fanno invece contemporaneamente). Lo spostamento dell'apparecchio deve essere comodo e preciso; perciò lo dobbiamo fissare su un dispositivo apposito che chiameremo « altalena » e che costruiremo secondo le istruzioni che seguono.

L'« altalena » stereoscopica.

Nella figura **322** l'altalena risulta vista dall'alto e dal basso. Essa è composta di 3 assicelle **a-b-c** di legno compensato 6 mm, di due linguette **d** ugualmente di legno compensato e di quattro viti g_1/g_2 che servono per il collegamento mobile. Il pezzo **c** porta una lastrina di alluminio **h** spessa 2 mm avvitata inferiormente, nel cui foro centrale con filetto 3/8" si avvita il perno del treppiede. **a** e **b** sono collegati fra loro mediante un distanziatore **e** di legno compensato 6 mm, incollato. Infine, la vite a galletto **f** (3/8") permette di fissare l'apparecchio fotografico su **a**.

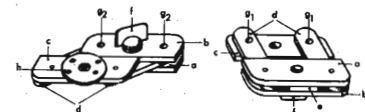



Fig. 322. « Altalena » per fotografie stereoscopiche. A sinistra, dal basso: a destra, dall'alto.

Fig. 324. La distanza tra le posizioni estreme è di 65 mm.

Fig. 323. Dimensioni dei singoli pezzi.

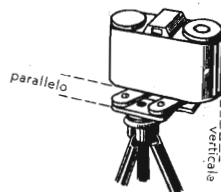



Fig. 325. Posizione della macchina fotografica: orizzontale, parallela al movimento, verticale.

Nella figura **323** sono date le misure per i singoli elementi dell'« altalena »; esse devono essere mantenute con molta precisione affinché il movimento dell'apparecchio risulti parallelo e la distanza tra le due posizioni sia di 65 mm (fig. **324**). Facciamo i fori in **a**, **b** e **c**, congiuntamente; soltanto in un secondo tempo allarghiamo i fori da 2,5 mm in **b** a 4 mm. Le viti g_1 e g_2 sono a testa rotonda, dalle dimensioni 4×30 mm; la vite a galletto **f** è una vite 3/8" nel cui taglio abbiamo saldato una piattina di metallo. Il pezzo **h** che sarà fissato con viti a testa conica deve avere i fori opportunamente svasati. Il dispositivo finito riceve una verniciatura ad alluminio; le viti g_1/g_2 devono essere strette ma non troppo, in modo che il movimento sia guidato e non impedito.

Per l'uso di questo congegno occorre seguire qualche accorgimento, a scanso di delusioni. Il treppiede deve assicurare all'apparecchio una posizione perfettamente orizzontale, l'apparecchio stesso deve essere perfettamente parallelo allo strumento supplementare (fig. **325**).

Otterremo immagini in rilievo (3 D - tridimensionali) soltanto se il soggetto comprende elementi a diverse distanze; per esempio, con un panorama dobbiamo fotografare anche una persona, una pianta ecc. in primo piano. Se manca il primo piano, le immagini sulle due fotografie saranno perfettamente identiche come quelle ricevute sulle nostre due retine; la fotografia stereoscopica non aggiungerebbe dunque nulla. Le riprese meglio riuscite si ottengono con oggetti posti a distanze da 0,75 a 3 metri, ma anche con persone, purché in grado di stare ferme per tutto il tempo in cui muoviamo l'« altalena », giriamo la pellicola e carichiamo l'otturatore. Queste operazioni durano meno di tre secondi nelle macchine moderne a movimento collegato e 5-6 secondi nei modelli normali. È indispensabile che il treppiede dopo la prima foto non venga spostato.

Stereoscopi (figg. **326-333**).

Se facciamo le nostre foto tridimensionali con una macchina a formato ridotto, abbiamo poi due possibilità di osservarle. Trattandosi di fotografie a colori, avremo probabilmente usato la pellicola invertibile, che fornisce diapositive da vedere in trasparenza. Da negative comuni possiamo ugualmente farci fare diapositive da osservare nel medesimo apparecchio, oppure possiamo farne ingrandimenti nel formato 6×6, da osservarsi in apposito stereoscopio. Questo stereoscopio ci serve pure per l'osservazione di foto prese già inizialmente con apparecchi del formato 6×6 oppure 6×9 cm.

Descriviamo qui di seguito prima lo stereoscopio per diapositive, fatto di legno compensato o, volendo, di lamiera, con qualche vantaggio per quanto riguarda le dimensioni.

L'apparecchio è composto di due parti di cui una rientrante nell'altra, allo scopo di poter regolare la distanza delle lenti dalle foto. Nella parte esterna, sagomata secondo la forma del viso per evitare l'entrata di luce, sono fissate le lenti, mentre al fondo della parte interna, davanti ad un vetro smerigliato, s'infilano le diapositive in apposite scanalature. La figura **327** mostra gli elementi principali della parte interna, la figura **328** il loro montaggio.

Il fondo (1), il coperchio (2), il pezzo (6) sono di legno compensato 3 mm, le pareti (3) di legno compensato 8 mm, tutte le altre parti in legno di compensato 5 mm. Il montaggio avviene con punte sottili ed è assicurato incollando i singoli pezzi. Nel pezzo (9) incollato sul davanti è incastrato un dado (tagliare con precisione l'esagono e forzarvi poi dentro il dado), nel quale si avvita la vite a testa zigrinata (15) (4 mm) che serve per fissare insieme i due pezzi. Al suo posto possiamo usare anche una vite a galletto come da figura **322**. Le diapositive devono lasciarsi infilare con facilità nelle scanalature formate dai pezzi dal (4) al (7) e sporgere di qualche millimetro oltre il coperchio. Le pareti, sporgenti oltre il telaio (4) di 3 mm, formano la cornice per la lastra smerigliata (8) (115×43) che viene tenuta in sede da strisce di carta nera.

La parte esterna, le cui misure principali risultano dalle figure **329** e **330**, deve calzare perfettamente la parte interna e perciò deve essere montata con cura particolare. Nella parte (10) (legno 15 mm) una rientranza profonda segna il posto dove l'apparecchio appoggerà sul naso dello spettatore.

Le lenti (ø 33 cm, lunghezza focale 70 mm) appoggiano su anelli di legno compensato (14) e sono tenute ferme da anelli (13) di cartone o metallo. Fondo e coperchio (11) sono di legno compensato 3 mm, le pareti laterali (12) (90×51 mm) in legno compensato 5 mm. Una fessura larga 4 mm nel fondo serve per il passaggio della vite (15).

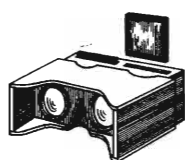



Fig. 326. Stereoscopio per diapositive a piccolo formato.

Fig. 327. Dimensioni dei singoli pezzi (parte interna).

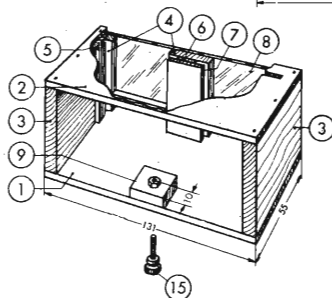
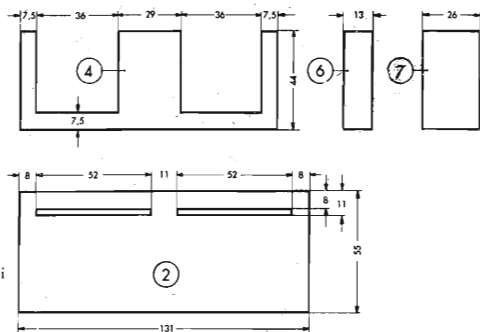



Fig. 328. La parte interna finita.

Fig. 329. Parete anteriore della parte esterna.

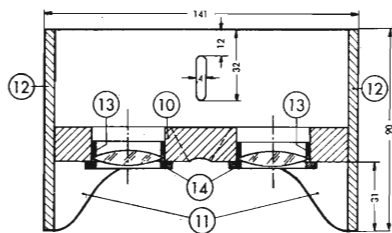



Fig. 330. Sezione della parte esterna.

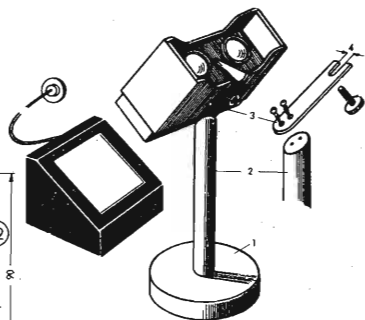
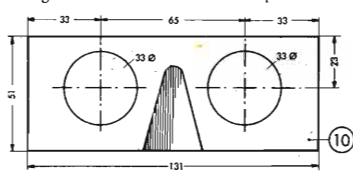



Fig. 331. Montaggio del supporto.

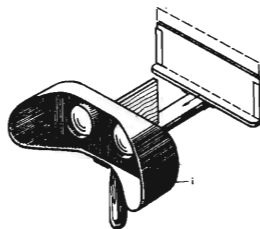



Fig. 332. Stereoscopio per positive.

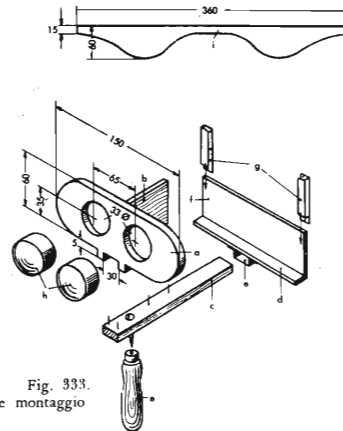



Fig. 333. Elementi e montaggio

La figura **326** e la tavola XIX mostrano l'apparecchio finito che, diretto contro una sorgente di luce, dà delle riproduzioni tridimensionali di ottimo effetto. Naturalmente le due diapositive devono essere inserite nel posto giusto, quella destra a destra e quella sinistra a sinistra; indichiamo opportunamente la disposizione con « S » e « D », segnati sul bordo del telaio.

Se vogliamo guardare una certa quantità di diapositive 3 D, tenere in mano l'apparecchio diventa un po' faticoso. In questo caso usiamo un sostegno come indicato in figura **331**. Nel piede (1), costruito, come già descritto, in legno e piombo (pag. 119) è incollata un'asta (2) (ø 20 mm, altezza 170 mm), dall'estremità smussata di 60° circa. L'appoggio (3) di piattina di ottone o d'alluminio 2×18×80 mm è fissato con due viti a testa conica sulla testata smussata, mentre lo stereoscopio può venire fissato, mediante la vite (15), nella rientranza all'altra sua estremità. Quale sorgente di luce può essere utilizzato il visore della figura **297**.

Nella figura **332** è illustrato uno stereoscopio per fotografie su carta 6×6 cm; la figura **333** ne mostra i singoli elementi. L'occhiale **a**, in legno 12 mm, ha, alla distanza di 65 mm tra i due centri, due aperture circolari di diametro 33 mm, nelle quali incolliamo due tubi di cartone lunghi 30 mm e del diametro interno ugualmente di 30 mm. Essi devono sporgere in modo sufficiente perché, appoggiandovi gli occhi, il naso non tocchi l'occhiale. Le lenti hanno 30 mm di diametro e 90 mm di lunghezza focale. Usando lenti da 42 mm di diametro e 125 mm di lunghezza focale, i fori dell'occhiale devono essere fatti piú grandi in conformità, ferma restando però la distanza di 65 mm tra i centri; se usiamo menischi, la parte concava deve essere rivolta verso l'occhio.

La lista **c** ha la sezione 10×30 mm ed è lunga 180 mm; un manico di lima, fissato con una vite, serve come manico. Questa lista viene incollata ed inchiodata nella rientranza di **a**; la paretina **b** è incollata ed inchiodata sia con **a** che con **c**. Le misure di **b** sono: 65×60 mm con lenti da 90 mm di lunghezza focale, 80×60 mm con lenti da 125 mm di lunghezza focale.

Il porta-foto è costituito da un listello **d** (5×25×125 mm) e da un'assicella **f**

di legno compensato 3 mm (40×125 mm). Il listello porta inferiormente un cavallotto **e** di lamierino, nel quale la lista **c** entra con precisione. Ciò permette di spostare il porta-foto nella posizione piú adatta. Due guide **g** di lamierino piegato ad U, inchiodate sull'assicella **f**, accolgono le foto. Infine, un paraluce di cartone **i**, le cui misure devono essere determinate per tentativi, completa lo stereoscopio.

In quest'apparecchio le positive fotografiche non vengono inserite isolatamente, ma montate su fogli di cartone 60×135, in modo che fra loro resti uno spazio di 5 mm. Prima di incollarle, controlliamo se le foto si trovano nella rispettiva posizione giusta. Possiamo usare anche fotografie 6×9 ridotte a 6×6, i cui centri devono mantenere la distanza di 65 mm. È particolarmente importante che le due foto siano esattamente parallele.

Sostegno di riflettore per fotografie a luce artificiale.

Le fotografie negli interni sono generalmente difficili se non possiamo disporre di « flash ». Il « flash », d'altra parte, dà immagini piatte, poco plastiche. Per una buona illuminazione di un soggetto occorrono lampadine speciali che, costruite appositamente, danno una luce quasi tripla di quella delle lampadine normali; esse hanno una vita di poche ore soltanto, ma d'altra parte le durate delle esposizioni sono assai limitate.

Queste lampade vengono corredate con riflettori di cartone alluminizzato, pieghevoli e che per l'uso vengono fissati tra lampadina e portalampada, senza bisogno di altri dispositivi.

Un sostegno pratico per questi riflettori, smontabile, è illustrato nella figura **334**.

Il piede (1) è costruito analogamente a quello della figura **255**, ma con un diametro di circa 28 cm per garantire una maggiore stabilità. Gli elementi (4) sono liste di legno 10×30×400 mm, con fori da 5 mm alle estremità. Quattro elementi di questo tipo permettono un'altezza massima della lampada di 1,50 m, sufficiente per quasi tutti gli scopi. La lista inferiore è chiusa tra i due angoli di ferro (2) (3×30×30 mm) avvitati nel piede a 10 mm precisi di distanza, e provvisti di fori da 5 mm esattamente corrispondenti; attraverso questi ed il foro della lista passa un bullone 5 mm che può essere stretto con un dado a galletto.

I successivi elementi sono collegati anch'essi con bulloni 5 mm e dadi a galletto; sotto le teste dei bulloni e sotto i dadi s'inseriscono rondelle di ferro.

All'ultima lista in alto avvitiamo un altro angolo (5), analogo a quello (2), ma provvisto di un foro 10 mm nel quale, con un pezzo di tubo filettato ed il dado (7), è fissato il portalampade (6) ad interruttore incorporato.

Tre cilindretti di gomma (9) avvitati nel piede migliorano la stabilità del sostegno, il quale, dopo aver terminato l'impianto elettrico, è pronto per l'uso, e, smontato, può trovare posto in una cartella per documenti.

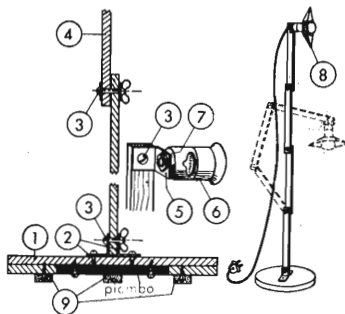



Fig. 334. Sostegno di riflettore, smontabile.

Trucchi fotografici ed effetti speciali.

Tutti sanno che è divertente fare delle belle fotografie: si possono riprendere, a scelta, paesaggi, edifici, persone, tutto ciò che ci circonda, insomma. Ma con ciò le possibilità della nostra macchina fotografica non sono certamente esaurite.

Con l'ausilio di una semplice lente convergente, per esempio, possiamo fare delle fotografie a distanza ravvicinata, aventi per soggetto fiori, farfalle, gioielli ecc. Se la lunghezza focale della lente è uguale a quella dell'obiettivo, il soggetto appare già riprodotto in grandezza originale. Per effettuare una volta per tutte la regolazione precisa, alziamo il fondo dell'apparecchio, mettiamo al posto della pellicola un vetro smerigliato e spostiamo il soggetto finché l'immagine non appaia nitida. La distanza cosí trovata è quella valida per tutte le fotografie con questa lente addizionale.

Ancora piú interessanti sono le microfotografie che rappresentano cristalli, insetti o loro organi, infusori ecc., ingranditi 50 o 100 volte.

Fig. 335. Ripresa di traiettoria luminosa.

Un'altra applicazione della fotografia, assai divertente, è data dalla possibilità di inquadrare certi soggetti secondo visuali inusitate. Sono esempi noti i tralicci fotografati dal centro della base verso l'alto, le fragole ed altri frutti ripresi a distanza limitatissima, ecc. Altre fotografie brillanti si possono ottenere riprendendo, con una posa lunga, una lampadina tascabile appesa ad un filo, alla quale abbiamo impresso un movimento pendolare-rotatorio (fig. **335**), la cui traiettoria si riproduce nella foto.

Fig. 336. Disposizione dell'oggetto per evitare le ombre profonde.

Un accendisigari o una candela « magica » con le loro scintille danno fotografie a notevole effetto; a questo proposito si può fare un piccolo esperimento, lasciando durare la posa anche oltre lo spegnimento della fiamma. La fotografia mostra, accanto ai segni luminosi lasciati dalle scintille, anche altri segni scuri (tavola XVII). Si tratta del cosiddetto effetto Clayden, che si ottiene soltanto con luci non continue: questo fenomeno, finora, non è stato spiegato scientificamente.

Nelle riviste sono riprodotte spesso fotografie truccate, ottenute per fotomontaggio, nelle quali, per esempio, le teste delle persone appaiono molto piú grandi di quanto, in rapporto ai loro corpi, dovrebbero essere, oppure dove persone od oggetti appaiono in ambienti nei quali non possono certamente trovarsi. Questi montaggi sono ottenuti incollando su una fotografia elementi di un'altra, e riprendendo nuovamente il fotomontaggio. Si tratta di un procedimento elementare che possiamo seguire con facilità, badando soltanto che nella ripresa la luce venga emanata dall'alto per evitare che le parti incollate producano delle ombre.

È anche facilissimo fare delle foto in cui la medesima persona appaia due volte o magari dia anche la mano a se stessa. Basta riprenderla due volte senza fare avanzare la pellicola, per esempio una volta a sinistra, un'altra volta a destra, davanti ad uno sfondo nero e col soggetto ben illuminato.

L'illuminazione artificiale dà le ombre molto dure, se non distribuiamo le sorgenti di luce in modo opportuno. Per questo scopo non è necessario disporre di varie lampade, perché le ombre profonde dell'illuminazione unilaterale possono essere alleggerite anche con schermi riflettenti. Lo schermo può essere co-

stituito da una lastra di masonite da 70×100 cm, ricoperta di carta argentata o tinta con vernice d'alluminio, e provvista di un sostegno ripiegabile.

Le ombre sono particolarmente fastidiose nelle riprese di oggetti piccoli o di modelli. In questo caso possiamo aiutarci collocando questi oggetti su di un vetro smerigliato (od anche su un vetro comune con carta translucida) sollevato a circa 9 cm dal piano del tavolo, e ricoprendo quest'ultimo di carta bianca. La carta riflette la luce che passa attraverso il vetro, e la fa rifluire diffusa sull'oggetto da fotografare. L'illuminazione anche dal basso elimina quasi del tutto le ombre (fig. **336**).

Foto 39. Il nostro apparecchio ingranditore, elegante e pratico.

Foto 40. Una sola manovra, e l'apparecchio diventa un visore per diapositive, a proiezione ingrandita.

Foto 41. Visore per fotografie stereoscopiche; per l'illuminazione serve l'apparecchio della foto 38 con il coperchio ribaltato.

Foto 42. L'altalena stereoscopica dal basso.

Foto 43. L'apparecchio fotografico montato sull'altalena stereoscopica.

TAV. XIX

V. LA NATURA E LE SUE MERAVIGLIE

Tra i passatempi piú interessanti e divertenti, l'osservazione dei fenomeni naturali merita il primo posto. Un fiore qualsiasi, nella perfezione della sua forma e nella funzionalità della sua struttura, già ci offre oggetto di studio e di ammirazione. Rivolta verso il sole la sua corolla dai colori delicati e dalla forma armoniosa, il fiore emana un profumo che attira le api. Ma il fiore non è prodigo del suo nettare senza richiedere una contropartita: l'ape porta, diffuso sulla peluria dell'addome, il polline di altri fiori della stessa specie, e strofinandosi per arrivare al fondo della corolla, lascia sul pistillo parte di questa polvere, fecondando il fiore stesso. Dopo un certo tempo, esso si trasforma in frutto; ed anche in questa fase, la natura provvede in modo meraviglioso affinché il seme contenuto nel frutto trovi una nuova possibilità di vita.

I semi del dente di leone, per esempio, formatisi a decine e centinaia su un medesimo stelo, sono provvisti ciascuno di un minuscolo paracadute setoso; al primo colpo di vento, i semi si staccano e sono trasportati per distanze notevoli finché non cadono e, se le circostanze sono propizie, trovano un terreno fertile dove attecchire. Il seme del tiglio invece è provvisto di una specie di vela con la quale scende lentamente verso terra, portandosi fuori della zona d'ombra della pianta-madre. Altre piante preferiscono sistemi piú attivi: semi che si agganciano alle pellicce degli animali, semi che si allontanano dalla pianta come sparati, e cosí via.

La varietà in questo campo, e non solo in questo, è quasi infinita, e ci sembra talvolta impossibile negare il raziocinio a tanta ingegnosità. Pensiamo alla vite ed al convolvolo, che « tastano » l'ambiente con l'estremità per trovare il luogo adatto dove aggrapparsi; o alla « drosera », che, vera trappola vivente, si chiude sopra l'incauto insetto che si è posato nell'interno appiccicoso del suo fiore, lo dissolve e lo digerisce; pensiamo anche alla cura con la quale l'albero chiude una ferita secernendo resina che indurisce all'aria, all'abilità con la quale una foglia costruisce una capsula attorno al corpo estraneo penetrato in essa, per isolarlo.

Il mondo vegetale ci offre cosí una fonte inesauribile di istruzione e di osservazione. Ma ciò vale, a maggior ragione, anche per il mondo animale. Possiamo studiare in ogni essere vivente come le singole fasi di sviluppo, i singoli membri ed organi siano sempre perfettamente adeguati a necessità precise; se talvolta non è dato comprendere immediatamente il senso di un fenomeno, l'osservazione prolungata ci offre poi spiegazioni particolarmente interessanti e soluzioni ingegnose di problemi di adattamento: la trasformazione del girino in rana, la metamorfosi del bruco in crisalide e della crisalide in farfalla, e cosí via.

Purtroppo non è agevole osservare questi fenomeni in natura e perciò si è pensato di allevare i piccoli animali in recipienti adatti, i cosiddetti acquari e terrari, per seguirne la vita in modo continuo.

L'acquario.

L'impianto: Un acquario deve costituire un modello perfetto dell'ambiente normale dei pesci, affinché gli animali possano sentirsi a loro agio. Soltanto offrendo ai piccoli prigionieri le loro usuali condizioni di vita possiamo osservarne le abitudini ed indurli a riprodursi.

I grandi acquari sono piuttosto cari. Se vogliamo limitarci a pochi pesci e rinunciamo ad una dotazione troppo abbondante di piante acquatiche, per l'inizio basta anche una serie di vaschette di vetro $30 \times 20 \times 20$ che non costano tanto; anzi, è meglio tenere le varie specie in ambienti diversi, perché la convivenza non è sempre gradita.

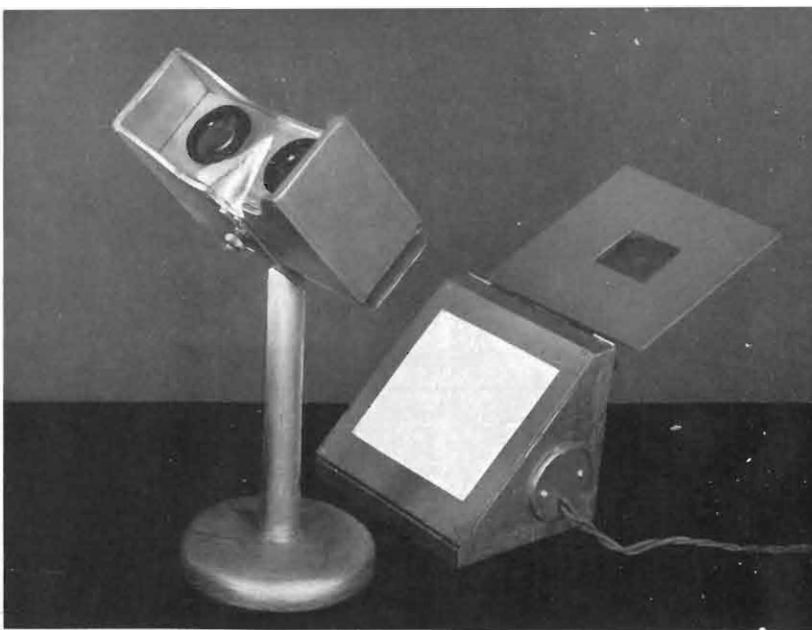
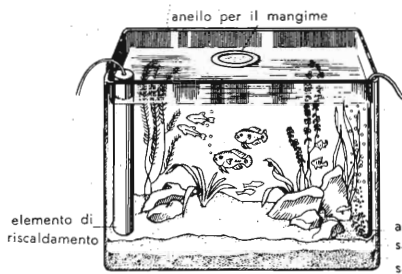



Fig. 337. La disposizione dell'acquario.

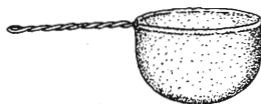



Fig. 338. Piccola rete di filo di ferro e tela batista.

Nel negozio specializzato otterremo tutte le informazioni necessarie circa le piante acquatiche adatte per acquari. Sono indicate le specie di vallisneria, elodea, ceratophyllum e myriophyllum, che attecchiscono anche nella sabbia e non solo nella terra. Per impiantarle, ci procuriamo della sabbia di fiume e copriamo con essa il fondo della vasca, con uno strato di 2 cm. Laviamo un'altra porzione di sabbia con acqua corrente finché l'acqua resta limpida, e ricopriamo il primo strato con la sabbia lavata. Poi premiamo le radici delle piante nella sabbia, il piú profondamente possibile, allineandole da una parte sola della vasca per poter in seguito osservare meglio i pesci. Infine decoriamo il fondo con qualche ciottolo ben lavato (fig. **337**).

L'acquario deve essere riempito con acqua non clorata. Raccogliamo perciò l'acqua piovana che versiamo con cautela, lasciandola scorrere lungo la parete, per non smuovere il fondo sabbioso.

Dopo una settimana, quando le piante hanno attecchito, possiamo immettere i pesci.

La popolazione dell'acquario: Tra i molti pesci adatti all'allevamento in acquario, uno dei piú interessanti è lo spinarello (gasterosteus aculeatus) che nell'epoca della riproduzione si costruisce un nido sferico entro il quale vengono deposte le uova. Il pesciolino difende poi il nido con caparbietà ed insistenza veramente ammirevoli. Dato il suo carattere combattivo, lo spinarello deve essere tenuto isolato, insieme con la sua famigliola, da altri pesci.

Altrettanto interessante è il cabacello, che, come lo spinarello è in grado di cambiare di colore, ed il pardello (cyprinus bubulca) che introduce le sue uova tra le valve delle telline d'acqua dolce.

Tutti questi pesci sono indigeni, nel senso che essi si trovano anche nelle acque dolci italiane. Essi sono di dimensioni piuttosto notevoli (fino a 8-10 cm) e si sentono perciò a disagio nelle vaschette piccole che abbiamo descritto. Si dà perciò la preferenza a pesci esotici, molto piú piccoli e che spesso sono anche molto decorativi.

Comperiamo i pesci nel negozio e li portiamo a casa in vasi da marmellata pieni d'acqua. Per introdurli nell'acquario, ci facciamo preparare una piccola rete di tessuto leggero (popeline), del diametro di 5-6 cm, il cui bordo viene rinforzato con filo di ferro zincato. Le estremità del filo di ferro, intrecciate, servono da manico (fig. **338**).

La manutenzione: Perché animali e piante del nostro acquario possano prosperare, occorre che abbiano molta luce, non però sole diretto. Ogni tanto eliminiamo i detriti (pezzi di piante, resti di mangime, fango) con una siringa, badando di non aspirare piccoli pesci od uova. Una siringa adatta può essere fatta da un tubetto di medicinali al quale abbiamo tagliato il fondo, da due turaccioli forati e da altri due tubetti di vetro a misura (fig. **339**). Per usarlo, chiudiamo il tubetto superiore col dito, avviciniamo l'altra estremità al fondo dove si trova il detrito, e togliamo il dito; l'acqua entra nella siringa trascinandovi il materiale che si deposita nel tubetto piú largo. Togliendo la siringa, l'acqua rifluisce nell'acquario.

Fig. 339. Sifone di aspirazione.

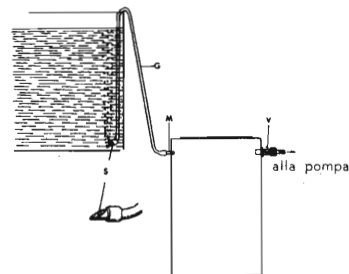



Fig. 340. Semplice dispositivo di aerazione.

Alcune lumachine (della famiglia planorbis) poste nell'acquario provvedono alla pulizia delle pareti dell'acquario, perché ghiotte di alghe.

Assai importante è la temperatura dell'acqua, che deve essere tenuta il piú possibile costante. Per le specie indigene essa deve essere di 19° circa, comunque mai meno di 12°. Per controllarla in continuità, fissiamo alla parete interna dell'acquario un termometrino da bagno, con una ventosa di gomma. Se occorre riscaldare l'acqua, ci serviamo di un riscaldatore elettrico ad immersione; in commercio esistono anche tipi provvisti di termostato.

D'estate l'acqua perde rapidamente l'aria disciolta e con essa l'ossigeno vitale per i pesci. Dobbiamo perciò provvedere all'aerazione dell'acqua, mediante una piccola pompa. Si trovano in commercio piccole pompe elettriche a membrana che servono perfettamente allo scopo. L'aria viene fatta uscire appena sopra il fondo, attraverso un foro sottile.

Possiamo costruirci un impiantino di aerazione da una camera d'aria di bicicletta (senza valvola) o di pallone. Prolunghiamo il tubetto con un tubo di gomma abbastanza lungo per pescare sul fondo dell'acquario, chiudibile da un tappo di legno tagliato obliquamente. Dopo aver gonfiato la camera d'aria, infiliamo il tappo; l'aria compressa passa attraverso i pori del legno e sale in forma di perline finissime attraverso l'acqua alla superficie.

Un altro impiantino di aerazione è illustrato nella figura **340**. Usiamo come serbatoio dell'aria compressa una grande scatola di latta (da biscotti ecc.) **B**, sulla quale abbiamo saldato il coperchio e, lateralmente, una valvola da camera d'aria **V** e un tubetto d'ottone ø 5 mm **M** che porta il tubo di gomma **G** col tappo **S**. Ogni tanto il serbatoio viene portato a pressione con l'aiuto di una pompa da bicicletta.

Un altro mezzo per « rigenerare » l'acqua, cioè per liberarla da sostanze e gas dannosi, è il filtro ad aria, che deve pescare profondamente nella vaschetta e funziona con l'aria della pompetta di aerazione. I filtri in commercio sono costruiti in modo da poter essere appesi all'esterno della vasca; i tubi di aspirazione e di erogazione scavalcano il bordo ed entrano profondamente nell'acqua.

Una ciambella galleggiante serve per tenere riunito il mangime.

L'acquario è chiuso con una lastra di vetro per impedire l'entrata della polvere.

Come mangime servono pulci d'acqua (daphnia), piccoli crostacei (cyclops) e larve di insetti; possiamo procurarci questo materiale con una rete fatta di garza fitta fissata all'estremità di un lungo bastone. Ogni stagno ci fornisce questo mangime in abbondanza. In negozio possiamo comperare mangimi vivi ed in polvere, quest'ultimo da usare con parsimonia perché tende a putrefarsi se non mangiato subito.

Il terrario.

Come indica il nome, il terrario serve per animali che vivono esclusivamente o prevalentemente sulla terraferma, come lucertole, salamandre, rane, tartarughe e bisce (fig. **341**). Il terrario deve essere adeguato al modo di vivere di ogni singola specie: bisce, rane, salamandre e tartarughe palustri amano l'ambiente umido con pozze d'acqua, i tritoni passano certi periodi della loro vita integralmente nell'acqua, mentre le tartarughe terrestri, le lucertole, l'orbettino e certi colubridi preferiscono l'ambiente asciutto e soleggiato. Si distinguono perciò terrari secchi e terrari umidi, diversi anche per il tipo di vegetazione impiantato.

Dato che il terrario non deve essere a tenuta d'acqua, possiamo farlo facilmente in legno. Nella figura **342** è illustrato un modello semplice con le due pareti maggiori (6) di vetro. Le misure della base sono 60 × 30 cm, l'altezza è di 30 cm. Il fondo (1) e le pareti (2) possono essere fatti da una o piú assi. Lateralmente sul fondo inchiodiamo i listelli (3) e le pareti (2). Sulle pareti laterali, i listelli (4) e (5) formano le scanalature per le lastre di vetro. Tutta la cassetta poggia sui tre listelli (8) che inchiodiamo dal basso. L'interno della cassetta racchiude la vasca (fig. **343**) di lamiera zincata, saldata agli angoli e provvista di un tubetto di scarico di 20 mm di lunghezza e 10 mm di diametro (il tubetto non deve sporgere di piú di un mm sopra il bordo). In corrispondenza del tubetto di scarico, il fondo della cassetta riceve un foro di 12 mm.

Una cornice (7) di listelli 20 × 20 mm, avvitata sulle pareti laterali (2), dà alla cassetta la resistenza necessaria; la cornice deve essere perciò ben raccordata, incollata ed inchiodata. Riempiamo le fessure tra vasca e cassetta con stucco da vetraio e tingiamo tutte le parti in legno in verde (vernice ad olio). Quando tutto è ben asciutto, inseriamo i vetri ed avvitiamo la cornice (7).

Manca ancora il coperchio (9) (fig. **344**) che costruiamo di masonite 4 mm. La finestra ha le dimensioni 150 × 450 mm ed è chiusa da rete metallica sottile (10). Il coperchio può essere collegato con la cornice mediante due cerniere, oppure, — meglio — può essere sistemato entro le guide (11) (ferro piatto 1 × 15 mm e listelli 5 × 10 mm) in modo da poter essere sfilato orizzontalmente (fig. **344**).

Impianto del terrario: Copriamo il fondo di pezzi di terraglia (cocci di vasi); un pezzo concavo deve chiudere dall'alto il tubetto di scarico. Segue uno strato di 1 cm di ghiaietta pulita ed infine uno strato di 3-4 cm di terra da vaso (nel terrario umido, di torba). Dobbiamo ora creare l'ambiente adatto per gli animali. Nel terrario umido sostituiamo una parte del fondo con una vaschetta (di vetro, del tipo usato per lo sviluppo di fotografie, oppure di plastica). Ricopriamo la torba di muschio fresco; qualche pietra qua e là completa l'ambiente. La vegetazione adatta è costituita da felci, myosotis, drosera, scolopendrium ecc.; se la vaschetta è abbastanza profonda, possiamo darle un po' di fondo e di vegetazione acquatica, come descritto per l'acquario.

Nel terrario asciutto la vaschetta può essere molto piú piccola. La terra viene ricoperta di ritagli di tappeto erboso, una parte viene lasciata libera e riceve uno strato sufficientemente spesso di sabbia fine. La vegetazione è data da edera, sempreverde, grassella ecc.

La manutenzione: Ricordiamoci che non tutti gli animali vanno d'accordo

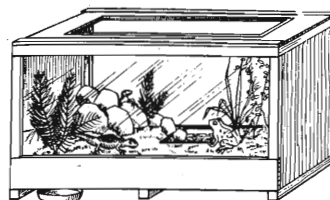



Fig. 341. Semplice terrario fatto con legno ricavato da casse d'imballaggio.

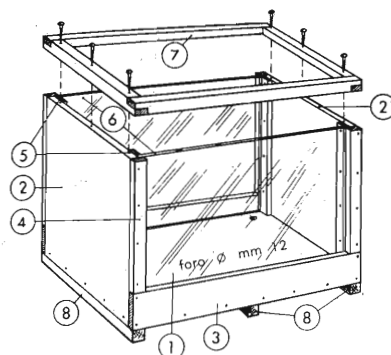



Fig. 342. La costruzione della cassetta.

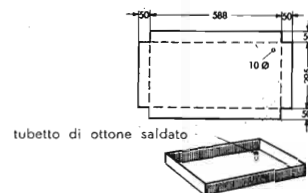



Fig. 343. La vaschetta di lamiera.

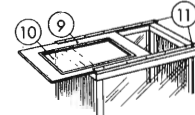



Fig. 344. Il coperchio « a coulisse » è piú pratico del coperchio a cerniera.

fra loro e qualcuno serve come preda all'altro. Le bisce, in particolare, si nutrono di rane, piccoli rettili ecc., e farebbero piazza pulita in breve tempo; d'altra parte non possiamo pretendere che esse si nutrano, come quasi tutti gli altri animali da terrario, di insetti. Oltre mosche e larve di vario tipo, possiamo nutrire gli animali di lumache (senza guscio), uova di formiche (veramente si tratta dei bozzoli), cavallette e pezzetti di carne cruda. Tutto questo materiale viene introdotto attraverso uno sportellino del coperchio; quello non vivo si raggruppa in una scodellina.

Solo la tartaruga palustre esige che il mangime si trovi nell'acqua della vaschetta. È meglio non abbondare nel rifornimento, perché quanto non è mangiato subito va in putrefazione e crea odori pestilenziali.

Come l'acquario, anche il terrario deve ricevere abbondante luce; le piante devono essere innaffiate regolarmente e l'acqua che defluisce dal tubetto di scarico viene raccolta in una vaschetta. È meglio inclinare un po' tutto il terrario affinché l'acqua scorra verso il tubetto. La temperatura del terrario può essere di 16-20 °C durante il giorno e non dovrebbe scendere al di sotto di 8 °C durante la notte. Il terrario umido deve essere innaffiato piú abbondantemente; è bene nebulizzarvi alcune volte al giorno un po' d'acqua per mantenere l'atmosfera al giusto grado di umidità.

Tutti gli animali menzionati possono essere acquistati nel negozio specializzato, ma gran parte di essi si trovano anche allo stato libero. Ogni animale ricompensa largamente la cura che gli dedichiamo. Lo sviluppo delle rane e delle salamandre dalla forma branchiata alla forma pulmonata, il cambio della

pelle delle bisce e delle lucertole, la deposizione delle uova e l'uscita dei piccoli, e in generale le abitudini degli animali ci offrono una continua fonte di osservazione e di diletto.

Quando gli animali sono adulti, il terrario diventa troppo stretto per loro, anche se fosse di dimensioni doppie di quelle indicate. Perciò d'estate li porteremo nel loro ambiente naturale e li lasceremo liberi.

La raccolta di insetti.

Gli insetti ben difficilmente possono essere allevati senza inconvenienti di vario tipo. Una raccolta di insetti è invece uno splendido oggetto di studio. Per iniziarla, ci occorrono, oltre le vetrine, una rete montata su una lunga asta, recipienti per il trasporto degli esemplari catturati, una boccetta di etere solforico per addormentarli ed ucciderli, una pinzetta, delle assicelle per la preparazione e spilli per il montaggio.

Le assicelle sono illustrate nella figura **345**. I piedi **a** sono di legno dolce 15 mm, i piani **c** di compensato molto dolce (pioppo o tiglio) 5 mm, il listello **b** di legno dolce 8-10 mm. Il montaggio avviene con punte sottili ed è assicurato con colla; l'angolo d'inclinazione dei piani deve essere di 10-15°. Per le farfalle notturne (falene) la fessura tra i piani deve essere lasciata un po' piú larga.

Le farfalle devono essere montate sull'assicella subito dopo la loro ucci-

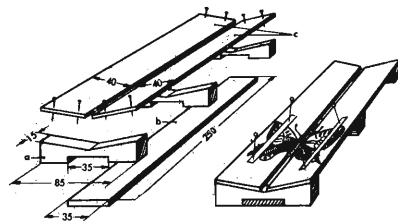



Fig. 345. Costruzione di una tavoletta di preparazione.

Fig. 346. Vetrina con coperchio.

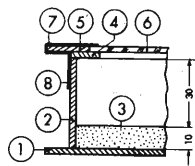



Fig. 347. Sezione della parete di fondo con la cerniera.

sione, perché dopo un po' di tempo le ali si irrigidiscono e non possono piú essere piegate senza spezzarsi. L'ago deve trapassare il corpo verticalmente, ed è fissato sul listello **b**; tutto il corpo deve trovarsi nella fessura. Passiamo poi accuratamente delle strisce di carta sopra le ali, senza toccarle con le mani, le fissiamo sul legno e lasciamo la farfalla per alcuni giorni montata. Soltanto dopo questo periodo la farfalla può essere tolta dall'assicella e messa nella vetrina.

Le vetrine possono essere acquistate nei negozi specializzati oppure costruite da noi in cartone 2-3 mm (fig. **346**). La profondità deve essere di 40 mm (inter-

no); il fondo può essere di sughero o di masonite morbida, spessore 8-10 mm. Le misure di 60×40 cm non devono essere superate, per evitare che la vetrina diventi troppo pesante. La scatola (v. parte XII) viene costruita con coperchio sporgente che protegge l'interno dalla polvere (fig. **347**). La lastra (3) di fondo è incollata sul fondo di cartone (1) sporgente da tutti i lati; sul bordo incolliamo le pareti (2). Il coperchio è costituito da una cornice (4) con tre liste e da una cornice (5) sporgente da tutte le parti e con la finestra piú grande di 5 mm per parte; si ottiene cosí l'appoggio per il vetro (6), che viene tenuto in sede da strisce di carta adesiva (7). Un'altra striscia (8) serve come cerniera.

La vetrina viene ricoperta internamente di carta bianca, esternamente di tessuto o di plastica leggera. Se essa è destinata ad essere appesa, il fondo, invece che in cartone, è opportunamente costruito in legno compensato; due occhielli fissati con ribattini su di esso permettono la sistemazione desiderata.

Il tempo che farà

Come sono belle le gite quando splende il sole, e che delusione quando le nuvole e la nebbia tingono il panorama di grigio e la pioggia comincia a cadere come se non volesse piú cessare! Perché, ci domandiamo allora, non abbiamo dato retta al barometro o alle previsioni del tempo?

Illustreremo ora alcuni strumenti che ci permetteranno di osservare le variazioni del tempo ed anche, con qualche riserva, di predire il tempo che farà l'indomani.

Indicatori di temporale e di umidità dell'aria.

I temporali si annunciano in anticipo colorando in azzurro la carta alla salda d'amido, trattata con ioduro di potassio. Mettiamo a bollire un po' di amido (fecola di riso) in acqua, fino a consistenza collosa, ed aggiungiamo un po' di ioduro di potassio; con questa soluzione imbeviamo un foglio di carta da filtro che lasciamo poi asciugare. Incolliamo una striscia della carta cosí preparata su un cartone provvisto di laccetto, che esponiamo poi all'aperto al riparo dalla pioggia. Quando si sta formando un temporale, la carta si colora leggermente di azzurro; il colore si accentua quando il temporale è imminente.

Trattando la carta con altri ingredienti, possiamo farci indicare l'umidità dell'aria, anch'essa determinante per la formazione del tempo.

Impastiamo un po' di cloruro di cobalto (cobaltoso) con 10 parti di acqua, ed aggiungiamo altra acqua fino a soluzione completa. Aggiungiamo 2 parti di glicerina e 1 parte di sale comune, nonché una soluzione di 5 parti di gelatina sciolta in acqua calda. Agitiamo fino a soluzione completa, filtriamo attraverso un pezzo di tela ed imbeviamo di questa soluzione un foglio di carta da filtro. Questa carta indica l'umidità dell'aria: azzurra con aria asciutta, diventa violetta con aria leggermente umida, rosa con aria piú umida e rossa con aria satura di umidità. Esponiamo una striscia di questa carta all'aria, come precedentemente spiegato.

Igrometro a capello.

Nelle figure **348-350** è illustrata la costruzione di un semplice igrometro a capello. La cassetta consiste di una parete di fondo (1) (compensato 6 mm), delle pareti inferiore e superiore (2) e (3) (legno dolce 10 mm), delle pareti laterali (4) (compensato 6 mm) e della parete anteriore (5) (compensato 3 mm). Tutte le pareti sono abbondantemente provviste di fessure e fori per permettere l'entrata

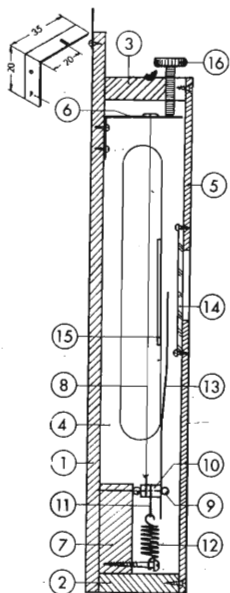



Fig. 349. Lo strumento senza la parete anteriore.

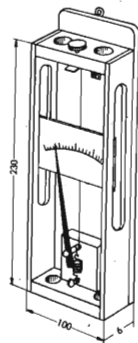



Fig. 350. Lo strumento trasformato in stazione meteorologica.

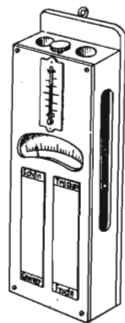



Fig. 348. Sezione laterale dell'igrometro a capello.

dell'aria. La cassetta è integralmente incollata ed inchiodata, fuorché la parete anteriore che viene avvitata a costruzione ultimata.

Nel centro della parete superiore (3) pratichiamo, a 5 mm dallo spigolo anteriore, un foro di ⌀ 3,5 mm, che filettiamo, con l'aiuto di una vite 4 mm lunga 20 mm e provvista di testa zigrinata, muovendo la medesima per alcune volte dopo averla lubrificata. L'angolo (6), di ottone elastico 0,5-0,6 mm, ha due fori per le viti di fissaggio ed un piccolo taglio laterale (fig. **348**) fatto con la sega a traforo. Lo fissiamo a circa 5 mm dalla parete superiore. In basso incolliamo un'assicella (7) (50×50×15 mm) con un foro, fatto per mezzo di uno spillo incandescente, destinato ad accogliere in seguito lo spillo (9) di acciaio, con testa di vetro. Sullo spillo gira un cilindretto di legno (⌀ 5 mm, lunghezza 7 mm), anch'esso forato longitudinalmente con uno spillo incandescente. Sulla testata del cilindretto incolliamo la lancetta (13) di carta sostenuta. Montiamo ora la lancetta, infilando sullo spillo (9) prima il cilindretto e poi una perlina di vetro e fissandolo infine nel foro di (7) in modo tale che il cilindro possa liberamente girare. L'estremità piú corta della lancetta viene appesantita in modo sufficiente perché la lancetta resti ferma in qualsiasi posizione.

Ci serve ancora un capello di donna (8) lungo circa 16 cm, che sgrassiamo con acqua saponata. Una delle sue estremità viene annodata attorno ad un pezzo di filo di ferro lungo 10 mm circa; assicuriamo il nodo con una goccia di colla universale. L'altra estremità è collegata con un filo sottile (11) che termina in un cappio. Anche questo nodo è assicurato con colla. Da un filo d'acciaio 0,3 mm formiamo una spiralina (12) lunga 15 mm, ⌀ 7-8 mm, le cui estremità terminano in ganci.

Inseriamo ora il capello con la parte terminale nel filo di ferro entro il taglio dell'angolo (6), giriamo il filo (11) una volta attorno al cilindretto (10) ed infiliamo il cappio in uno dei ganci della spiralina (12); l'altro gancio è fissato con una vite nell'assicella (7). Il capello deve essere abbastanza teso perché la lancetta, portata alla posizione verticale, si muova quando giriamo la vite (16) a destra o a sinistra. Se ciò non avviene, dobbiamo accorciare il capello, il filo o la molla a spirale.

Su un pezzo di cartoncino da disegno (15) disegniamo una scala che fissiamo negli spacchi delle pareti laterali. Come si vede nella figura **348**, la lancetta deve essere piegata due volte affinché non abbia a toccare la scala. Fissiamo ora con quattro viti una lastrina di vetro dietro la finestrella della parete anteriore, avvitiamo quest'ultima sulla cassetta, fissiamo un occhiello sulla parete posteriore, e l'igrometro è pronto per la taratura.

La taratura può essere fatta con l'ausilio di un igrometro di quelli in commercio; in mancanza di esso, ci limitiamo alle indicazioni: « molto secco », « secco », « umido », « molto umido ».

Nella figura **350** lo strumento figura completato da un piccolo termometro, nonché da due strisce di carta preparate con ioduro di potassio e con cloruro di cobalto; sopra e sotto le carte, delle striscette di carta colorata e con le scritte opportune permettono la facile lettura delle indicazioni date (bianco = bel tempo, azzurro = temporale; azzurro = secco, rosso = umido).

Questo semplice strumento non ci permette, naturalmente, di prevedere con sicurezza il tempo che farà; tanto piú che manca il barometro. Tuttavia, se osserviamo anche le nuvole ed il vento, possiamo formulare delle previsioni di una certa attendibilità.

Possiamo aspettarci bel tempo:

- se il vento gira in mattinata col sole, in pomeriggio in senso inverso;
- al mare: se il vento di giorno soffia dal mare, di notte dalla terra;
- in montagna: se il vento di giorno soffia verso la montagna, di notte verso la valle;
- genericamente parlando, con venti da sud e da est.

Le nuvole che si dissolvono di sera (anche i cumuli) ed i cirri (nuvole a forma oblunga), purché non troppo veloci, indicano tempo costante. Questa previsione è confermata da crepuscoli rapidi ed umidità dell'aria moderata.

Dobbiamo aspettarci tempo cattivo:

- se il vento cambia di colpo direzione, o se soffia da sud-ovest, da ovest o da nord-ovest;
- se verso sera si ha un rapido aumento dell'annuvolamento;
- se le nuvole sono a forma di cirri o di « pecorelle » e si muovono rapidamente;
- se l'umidità dell'aria cresce rapidamente;
- se l'aria è molto trasparente;
- se la luna mostra aloni colorati.

Sono in vista temporali:

- se i cumuli crescono continuamente;
- se fa molto caldo ed umido, anche a cielo sereno;
- se il vento viene da est o sud-est.

La direzione del vento può essere rilevata da una piccola banderuola di lamiera o legno compensato, fissata in un punto ben esposto al vento (cima d'albero, tetto). La banderuola è collegata con una crocera di legno, alle cui estremità fissiamo, in modo che siano ben visibili dal basso, le lettere corrispondenti ai punti astronomici (E, S, O, N).

Il « tellurio ».

Tra i fenomeni piú interessanti che si possano osservare nel firmamento vi sono senza dubbio le eclissi di luna e di sole. Come esse si verifichino, lo abbiamo imparato a scuola, e lo possiamo riprodurre con un « tellurio » (tav. XX). Il « tellurio » è un meccanismo con l'aiuto del quale terra e luna, in scala ridotta, girano attorno ad un sole artificiale la cui luce è rappresentata da un fanale diretto verso la terra. Naturalmente i rapporti di grandezza, le distanze e le traiettorie sono resi soltanto in modo molto semplificato; tuttavia, l'asse della terra mantiene durante l'evoluzione l'inclinazione esatta, e perciò l'alternarsi delle stagioni — conseguenza del sole piú o meno « alto » — risulta con molta evidenza, mentre la luna cresce e cala, si pone tra sole e terra (eclissi di sole) ed entra nell'ombra gettata dalla terra (eclissi di luna).

È quasi impossibile costruire da noi un meccanismo simile, nel quale con l'azione di un'unica manovella la terra dovrebbe fare per ogni evoluzione 365 rotazioni attorno al proprio asse e la luna 12 giri attorno alla terra. È invece abbastanza facile costruire un modello che rappresenti, della terra, soltanto l'evoluzione annuale attorno al sole (fig. **352**).

Sul basamento (1), un disco di legno riempito di piombo fuso, si eleva lo zoccolo costituito da quattro tavolette (2), (3) e (4) avvitate insieme. Nel centro dello zoccolo gira, nei pezzi di ferro piatto (6) e (7) (2×15 mm) un tubo di ottone (8) (⌀ 7 mm) esattamente verticale. Una puleggia (5) è avvitata unitamente alla piattina (6); il suo foro centrale, come pure i due fori delle tavolette (3) e (4), devono avere un diametro tale che l'asse cavo (8) non venga a toccare il legno.

Fig. 351. Il tellurio in posizione di eclissi solare totale.

Sull'estremità superiore dell'asse cavo (8) è saldato il raccordo (9) (1/8") sul quale è fissato con due dadi e due rondelle (10), il braccio (11), una lista di legno 10×15 mm, lunga circa 60 cm. Il sole (19) è rappresentato da un pallone di plastica nel quale pratichiamo un'apertura circolare da una parte, e che è fissato al raccordo con altri due dadi e una rondella (17); il dado interno fissa inoltre il supporto (18) con una lampadina 6 V montata nel portalampade « mignon » (20), nonché il riflettore (21). Il cavetto di alimentazione passa attraverso l'asse cavo ed arriva all'esterno attraverso un foro nello zoccolo.

L'apparecchio è mosso dall'albero a manovella (14) che porta la vite senza fine (13). Questa vite comanda l'ingranaggio (12) di almeno 60 denti, saldato sull'asse cavo (8). Due ghiere (16) impediscono il movimento dell'albero in senso longitudinale; l'albero gira nei cuscinetti formati dai fori delle lastrine di ottone (15), avvitate allo zoccolo.

L'estremità libera del braccio porta il globo terrestre (23), di plastica, al quale pratichiamo due fori corrispondenti ai poli, per il supporto (22). Tale supporto, di filo d'acciaio 4 mm, è curvato secondo la figura e gira liberamente nel cuscinetto (24) e nel cavallotto (25), di lamiera, mentre ogni spostamento in alto e in basso è impedito rispettivamente dalla ghiera (26) e dalla puleg-

Fig. 352. Il tellurio in sezione laterale. Il braccio è rappresentato in lunghezza ridotta.

Fig. 355. L'apertura nel fondo della parte mobile.

Fig. 356. La disposizione delle singole stelle.

il proiettore a piccolo formato (illustrato a pag. 146), col diaframma 15-20 mm; tale obiettivo fornisce un'immagine di ⌀ 2,50-2,70 m sul soffitto, in locali normali, a condizione che il proiettore venga posto sul pavimento.

La cosa piú difficile è la preparazione del disco (16) che, inserito nello strumento ed illuminato dal basso, deve proiettarsi sul soffitto ingrandito una trentina di volte. Potremmo, è vero, usare semplicemente una diapositiva ricavata da una fotografia stellare, tagliata a cerchio; ma otterremmo soltanto una proiezione alquanto smorta e velata, tutta diversa dal firmamento brillante che vorremmo riprodurre. Meglio perciò usare un disco di carta molto sottile ma non trasparente oppure, preferibilmente, di rame ricotto 0,1 mm. Per praticare i fori, poniamo il disco su un piano perfettamente liscio di alluminio o di piombo ed usiamo un ago d'acciaio dalla punta limata.

I fori per le stelle di prima grandezza devono avere il ⌀ 0,4 mm, per la seconda grandezza usiamo la punta 0,3, per la terza e quarta la punta 0,2 mm. Come modello usiamo una carta stellare dell'emisfero settentrionale, dal ⌀ 120 mm. Come già detto, il disco viene pressato contro il vetro opale e tenuto insieme ad esso nel telaio da quattro chiavette; occorre tenere presente che esso deve venire fissato a rovescio. Sul bordo esterno del coperchio (6b) ed in alto sulla scatola (1) incolliamo due strisce di carta bianca, divise, la prima nelle 24 ore del giorno, la seconda nei 12 mesi, nei sensi che risultano dalle figure **354** e **355.**

Chi si accontenta di un'immagine piú piccola può usare una lente di 8-10 diottrie (ossia di 10-12 cm di lunghezza focale), correggendone i difetti ottici con un diaframma di 15 mm di diametro. Il tubo-guida deve, in questo caso, essere piú lungo che nel modello descritto (circa 3 cm in piú nella parte esterna).

Fig. 357. Il firmamento sul soffitto.

VI. IL GIOVANE ELETTROTECNICO

A Pavia, in una tempestosa notte d'ottobre del 1782, uno scienziato sedeva nel suo studio, curvo sulla tavola da lavoro. Davanti a lui c'era un mucchio di dischetti, alcuni di zinco, altri di rame e altri ancora di feltro. Si sarebbe detto che lo scienziato volesse erigere con quei dischetti un'altissima torre, dato che sovrapponeva, alternandoli, un dischetto di zinco, un dischetto di feltro ed uno di rame, senza mai dimenticare di immergere i dischi di feltro in una bacinella d'acido solforico diluito. Era già passata la mezzanotte e la colonna aveva raggiunto circa mezzo metro d'altezza, quando lo scienziato si accinse a posare il centesimo disco di zinco. Stanco del lavoro, appoggiò casualmente l'altra mano alla base della colonna; ma nel posare l'ultimo disco in cima alla stessa, ricevette una scossa cosí violenta che, sussultando, fece precipitare l'intera colonna costruita con tanta fatica. Lo scienziato altri non era che Alessandro Volta: si prese certamente un bello spavento, ma ancora maggiore fu la sua gioia, perché aveva inventato il primo generatore utilizzabile di corrente elettrica.

Circuiti elettrici

Unità di misura e simboli.

Volta aveva scoperto che fra due metalli differenti immersi in un liquido acidulato passa una corrente elettrica. In seguito si è trovato che si ottiene lo stesso risultato mediante il collegamento di zinco e carbone, in cui all'acido diluito si sostituisca una soluzione di sale. Quelle memorabili esperienze possono essere considerate come l'origine della nostra batteria elettrica tascabile. Se apriamo il rivestimento d'una batteria tascabile, troviamo nel suo interno tre bicchierini di zinco, in ognuno dei quali è infilato un cilindretto di carbone circondato da una densa soluzione di cloruro ammonico. (Non è qui il caso di spiegare perché il cilindretto di carbone sia poi circondato da un sacchetto pieno di polvere di ossido di manganese o pirulosite). Ognuno di questi bicchierini di zinco forma un cosiddetto elemento. Questi piccoli elementi sono collegati fra loro, in serie, in una batteria, per il fatto che, come nella pila di Volta, il bicchierino di zinco (polo negativo) di ognuno degli elementi è collegato, per mezzo di un filo metallico, al cilindretto di carbone (polo positivo) dell'elemento successivo (fig. **358 a**). La forza elettromotrice o tensione d'una sorgente di corrente, che è paragonabile alla pendenza d'un fiume, si esprime con l'unità di misura volt (abbreviata in V). Ogni pila od elemento d'una batteria tascabile nuova ha una tensione di circa 1,5 V e, siccome nel collegamento in serie degli elementi la tensione si moltiplica, la tensione della nostra batteria tascabile sarà di $3 \times 1{,}5 = 4{,}5$ V. Se raccordiamo una lampadina da 4 V rispettivamente fra i punti 1-2, 1-4, 1-6, possiamo percepire chiaramente questo moltiplicarsi della tensione. È possibile però anche collegare fra loro tutti i poli positivi e tutti i poli negativi, come illustrato a figura **358 b**. È questo il cosiddetto collegamento in parallelo, in cui la batteria ha la stessa tensione d'un unico elemento, come si può controllare con la prova

Fig. 358. Pile collegate in serie (a) ed in parallelo (b).

Fig. 359. Simboli dei circuiti elettrici.

alla lampadina. Viceversa, l'intensità di corrente che la batteria può erogare e che è paragonabile alla portata d'un fiume, è triplicata rispetto a quella d'un unico elemento. L'intensità di corrente si esprime in ampère (abbreviato in A). È per questo che troviamo, per esempio sulle lampadine tascabili, l'espressione 4 V/0,2 A.

Qualcuno potrà ora domandare come mai il filamento d'una lampadina ad incandescenza collegata, per esempio, ad una tensione di 4 V lasci passare pro-

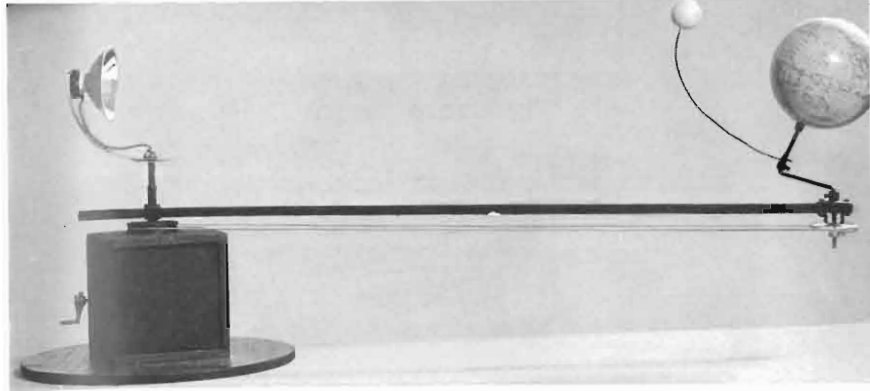



Foto 44.
Il tellurio, interessante ed utile apparecchio di studio. La sfera del sole è stata rimossa.

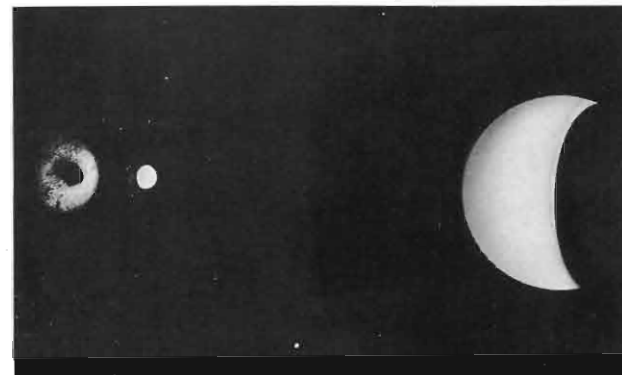



Foto 45-46.
Eclissi solare (in alto) e lunare (in basso), come si presentano nel tellurio. Sono ben visibili i riflessi di luce mandati dalla luna sulla terra e viceversa. Il parziale oscuramento del sole nella foto 45 è dovuto al riflettore incorporato nella sfera.

TAV. XX

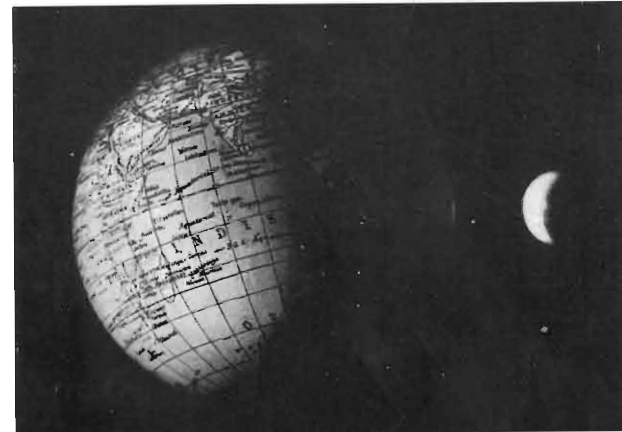
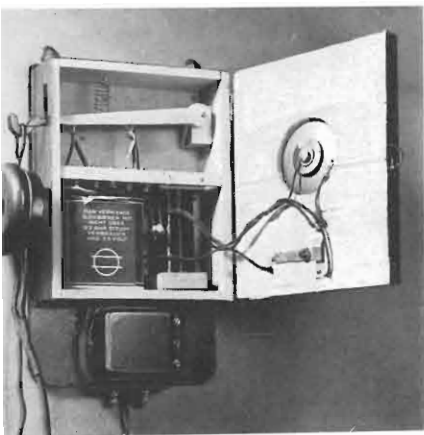
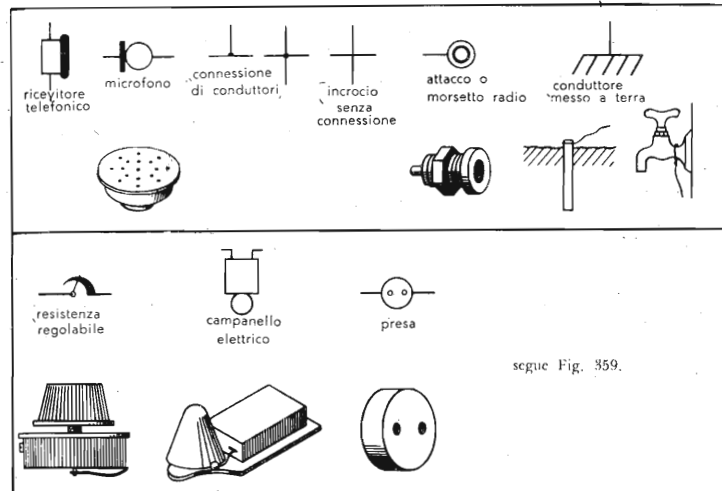



Foto 47. L'interno del nostro telefono.

Foto 48. Si vede che funziona bene.

segue Fig. 359.

prio 0,2 A, mentre quello d'un'altra lampadina ne fa passare di piú o di meno, come risulta dalle differenti indicazioni stampigliate sullo zoccolo delle varie lampadine. Ciò è dovuto evidentemente al fatto che la resistenza opposta dal filamento della lampadina al passaggio della corrente può variare, e l'intensità di corrente in un circuito dipende dalla resistenza elettrica del conduttore percorso dalla corrente. Tale resistenza è tanto maggiore, quanto minore è la sezione del conduttore. Inoltre certi metalli, come ferro, piombo, nichel e loro leghe, oppongono alla corrente una resistenza molto maggiore che non, per esempio, il rame e l'argento.

In tutti quei casi in cui si vuole evitare un inutile riscaldamento del conduttore, s'impiega pertanto un filo di rame, e precisamente un filo di rame della massima sezione possibile. Infatti, come si rileva dal filamento d'una lampadina ad incandescenza, la corrente riscalda i conduttori sottili al punto che essi raggiungono persino il calore bianco. Tutti gli apparecchi elettrici di riscaldamento (stufe elettriche, ferri da stiro, termofori, bollitori ad immersione ecc.) sono basati su questo effetto calorifico della corrente.

La resistenza elettrica si esprime in « ohm », e con la « legge di Ohm » si è in grado di calcolare la tensione, la resistenza o l'intensità di corrente d'un circuito, quando siano note due di tali grandezze. Questa legge dice infatti: Intensità di corrente $= \dfrac{\text{Tensione}}{\text{Resistenza}}$ e quindi Tensione = Intensità × Resistenza e Resistenza $= \dfrac{\text{Tensione}}{\text{Intensità}}$. Perciò, se, per esempio, una lampadina da 4 V lascia passare 0,2 A, la resistenza del filamento incandescente dovrà essere di $\dfrac{4}{0{,}2} = 20$ ohm.

In alcuni apparecchi elettrici (bollitori, ferri da stiro, aspirapolvere, lampadine) troviamo non già l'indicazione dell'intensità di corrente, bensí un'altra

 Foto 49. L'apparecchio Morse è facile a costruirsi.

espressione che indica la potenza della corrente, per esempio 220 V, 300 watt (abbreviato in W). La potenza della corrente elettrica è infatti il prodotto della tensione per l'intensità di corrente, ossia 1 W = 1 V × 1 A. Nell'esempio di cui sopra l'intensità della corrente è: $I = \frac{300\ W}{200\ V} = 1{,}3\ A$ circa.

Prima di occuparci della costruzione di apparecchi ed impianti elettrici, dobbiamo prendere confidenza con alcuni simboli impiegati negli schizzi di collegamento che seguono. Queste rappresentazioni semplificate, dette simboli di collegamento, permettono di non dover ripetere il disegno degli elementi di piú frequente impiego, come interruttori, lampadine, strumenti di misura, trasformatori ecc., e consentono d'illustrare con maggiore evidenza i percorsi della corrente ed i collegamenti elettrici dei vari organi (fig. **359**).

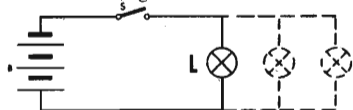



Fig. 360. Collegamento semplice di lampadine.

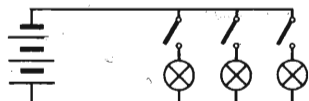



Fig. 361. Collegamento singolo di piú lampadine.

Impianti semplici d'illuminazione.

Vogliamo adesso mettere a profitto le cognizioni finora acquisite, per illuminare la casetta della bambola descritta a pag. 50 e segg. Siccome è già stata descritta la fabbricazione degli apparecchi d'illuminazione, non ci rimane da descrivere che la posa delle linee, col giusto collegamento fra le singole parti. Per poter inserire e disinserire a piacere una lampadina, dobbiamo collegare in « derivazione » la batteria (**B**), l'interruttore (**S**) e la lampadina (**L**) (vedi fig. **360**). Se con uno stesso interruttore vogliamo inserire piú lampadine, dovremo collegare le lampadine in parallelo, come accennato con linee tratteggiate. Di solito vorremo però inserire ogni lampadina singolarmente e dovremo perciò impiegare un interruttore per ogni lampadina (fig. **361**).

La figura **362** rappresenta un esempio d'illuminazione della casetta della bambola. Per ogni locale sono previste una lampada a soffitto ed una presa per l'attacco d'una lampada mobile; la lampada a soffitto può naturalmente anche essere sostituita da una lampada a parete, come illustrato a figura **119**. Come

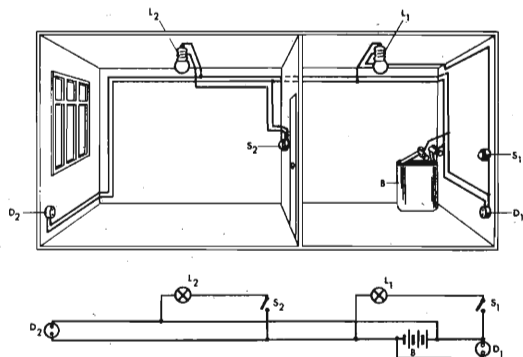



Fig. 362. Illuminazione della casetta della bambola e relativo schema di collegamento

conduttore impiegheremo un filo laccato da 0,4-0,5 mm oppure un filo di rame con rivestimento isolante di cotone bianco, che non stinge e può perciò venire posato anche sotto la tappezzeria incollata. Dall'esame dello schema di collegamento, si rileva dove si debbono unire i fili per ottenere le linee della minore lunghezza possibile. Naturalmente, si dovrà mettere a nudo il filo nei punti di giunzione e ritorcerlo o meglio ancora saldarlo. Isoleremo le giunzioni scoperte, avvolgendole con un pezzetto di nastro isolante, per evitare il prodursi di corti circuiti. Alle linguette polari della batteria fisseremo dei morsetti ad incastro, in modo da conferire ai fili di collegamento un contatto sicuro e da poter sostituire piú facilmente la batteria.

Fig. 363. Raccordo al trasformatore del campanello elettrico.

Con una batteria da tasca si possono alimentare contemporaneamente due lampadine da 0,2 A soltanto per brevissimo tempo, perché la batteria si esaurisce rapidamente. Possiamo però impiegare lampadine da 0,1 A, le quali hanno potenza luminosa ridotta a metà, ma anche consumo di corrente dimezzato. Lampadine di questo genere si trovano presso tutti i negozi di accessori radio, per l'illuminazione delle scale graduate. La sorgente ideale di corrente è però un trasformatorino (vedi pag. 191), il quale preleva dalla rete d'illuminazione, quasi senza spesa, la corrente per molte lampadine. Possiamo utilizzare come sorgente di corrente anche il trasformatore del campanello elettrico di casa, posando una linea dai suoi morsetti secondari fino alla casetta della bambola. Faremo terminare la linea in una piccola presa a parete, del tipo che si usa di solito per la radio. Come conduttore impiegheremo una piattina laccata o un filo rivestito di plastica, che fisseremo al muro con zanchette collocate alla distanza di circa un metro l'una dall'altra. Un conduttore bipolare della lunghezza di circa un metro, fatto uscire dalla parete posteriore del salottino della bambola e munito d'una spina, formerà allora il raccordo (fig. **363**). La linea uscente dal trasformatore del campanello deve essere attaccata ai morsetti da 3 V e non a quelli da 5 V, se non si vuole che le lampadine si brucino.

Elettromagnete.

Se avvolgiamo attorno ad un grosso chiodo 80-100 spire di filo di rame isolato e raccordiamo gli estremi dell'avvolgimento ad una sorgente di corrente, il chiodo si magnetizza ed attira gli oggetti di ferro. Alla sbarretta di ferro possiamo

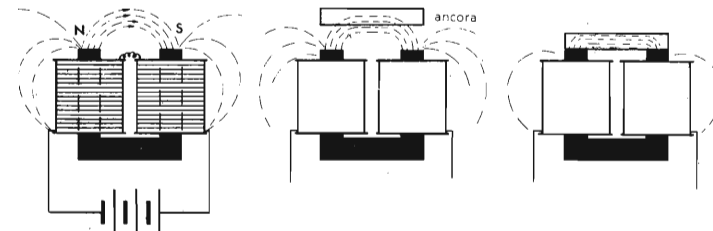
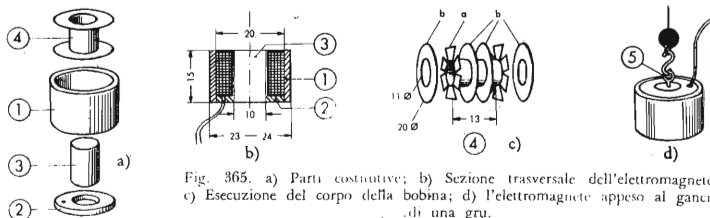



Fig. 364. Elettromagnete con nucleo a ferro di cavallo. A destra andamento delle linee di forza all'avvicinamento dell'ancora.

Fig. 365. a) Parti costitutive; b) Sezione trasversale dell'elettromagnete; c) Esecuzione del corpo della bobina; d) l'elettromagnete appeso al gancio di una gru.

anche dare la forma a ferro di cavallo ed eseguire un avvolgimento di filo su ognuno dei bracci, collegando tali avvolgimenti in serie od in parallelo fra loro (fig. **364**). Un tale elettromagnete (od elettrocalamita) ha una potenza molto maggiore delle comuni calamite, perché fra i due poli (polo Nord e polo Sud) si forma un campo magnetico di maggiore potenza.

Se avviciniamo ai poli un pezzo di ferro (ancora), la forza d'attrazione diventa tanto maggiore quanto minore è la distanza e raggiunge il massimo quando l'ancora si attacca. L'aria costituisce dunque una grande resistenza per le linee magnetiche di forza, le quali agiscono in pieno soltanto quando passano attraverso il ferro senza interruzione. Conferendo al nucleo di ferro una forma adatta, si può ottenere che tutte le linee di forza passino per il ferro, sicché un tale « magnete a tazza » può portare fino a cento volte il suo proprio peso. Magneti a tazza di grandi dimensioni s'impiegano come magneti di sollevamento su gru e, in forma ridotta, come magneti di ritegno, per il fissaggio di particolari in lavorazione su macchine utensili.

A figura **365** è illustrata la costruzione d'un piccolo elettromagnete di sollevamento per il nostro modello di gru (pag. 77). Per la carcassa (1) ci serviremo d'un pezzetto di tubo d'acciaio del diametro interno di 20 mm e dello spessore di 1,5-2 mm e ricaveremo il fondo (2) da una piastrina di ferro (per esempio una ranella) del diametro di 2 mm esatti. Esattamente al centro della piastrina di ferro si esegue un foro di 10 mm, entro il quale si conficca un pezzo di tondino d'acciaio (3) di 10 mm di diametro, che forma il nucleo. Si incastra il fondo col nucleo nell'estremità del tubetto, facendo attenzione che il fondo sia perfettamente in piano con l'orlo della carcassa e che l'estremità del nucleo sia esattamente centrata nel tubo. Eseguiremo il corpo della bobina (4) in presspan dello spessore di circa 0,3 mm. Dapprima, partendo da un pezzo di presspan della misura di mm 23×10, si incolla, su una spina del diametro di 10 mm, un tubetto **a** e sulle due estremità del medesimo si eseguono otto intagli della profondità di 5 mm. Adesso ritagliamo quattro dischetti **b** e ne infiliamo due sul tubetto. Dopo aver ripiegato in fuori le linguette, spalmiamo d'adesivo due facce contrapposte dei dischetti e li incolliamo sulle linguette. Su questo corpo della bobina avvolgiamo — con spire quanto piú possibile accostate — circa 12 metri di filo smaltato del diametro di 0,12 mm. Ad ognuna delle estremità dell'avvolgimento saldiamo un pezzo della lunghezza di circa 20 cm di sottile treccia isolata e fissiamo l'avvolgimento rivestendolo di nastro isolante.

Per appendere l'elettromagnete eseguiamo nell'estremità del nucleo un foro da 1,5 mm e vi conficchiamo un occhiello a vite (5) di misura conveniente, fissandolo con una saldatura. Infine eseguiamo attraverso il fondo un piccolo foro per l'uscita degli estremi del filo, spalmiamo un po' d'adesivo sul nucleo ed infiliamo la bobina nella carcassa. La bobina non deve sporgere in fuori.

Appendiamo il nostro elettromagnete al gancio di sollevamento della gru e posiamo la linea d'alimentazione fino ad una batteria tascabile incorporata nello zoccolo. In uno dei conduttori inseriamo un piccolo interruttore, avvitato su una parete dello zoccolo. Il consumo di corrente dell'elettromagnete corrisponde approssimativamente a quello d'una lampadina da tasca, ossia è di circa 4,5 V × 0,2 A = 0,9 W. Con questa piccolissima energia elettrica l'elettromagnete può portare fino a 2 kg di carico, ossia fino a settanta volte il suo peso che è di circa 30 grammi! Naturalmente dobbiamo ben guardarci dall'attaccare questo carico massimo al gancio della gru, perché né il braccio né l'albero a manovella potrebbero sopportarlo.

Sull'effetto elettromagnetico di conduttori attraversati dalla corrente si basa la costruzione d'un grandissimo numero di apparecchi e di macchine, dal semplice campanello al motore elettrico. Ci occuperemo dunque in primo luogo del campanello elettrico, perché questo ci serve per la costruzione dei piú vari impianti di segnalazione e d'allarme.

Impianti di segnalazione

Campanello e cicalina.

Come si vede a figura **366**, il campanello elettrico è costituito da un elettromagnete **M**, davanti ai cui poli si trova un'ancora **A** fissata ad una molla a lamina **F**. Allo stato di quiete, la molla spinge l'estremità dell'armatura contro una vite di contatto **K** collegata ad uno dei morsetti di collegamento. L'avvolgimento dell'elettromagnete è collegato all'altro morsetto di collegamento ed anche al sostegno della molla **F**. Se si raccorda questo complesso ad una sorgente di corrente elettrica, la corrente passa attraverso la vite **K**, l'ancora e la molla, e magnetizza i nuclei di ferro. I nuclei magnetizzati attirano l'ancora e la staccano dalla vite **K**, sicché il circuito elettrico s'interrompe. Sotto la spinta della molla, l'ancora ritorna alla posizione di quiete e chiude cosí il contatto; questo giuoco si ripete in rapida successione e il martelletto fissato all'ancora percuote ogni volta la campana. Spostando la vite **K** ed il fissaggio della molla, si può regolare questo « autointerruttore ». La cicalina è costruita, per esempio, esattamente allo stesso modo, con la sola differenza che mancano il martelletto e la campana. Il caratteristico ronzio è prodotto soltanto dalle vibrazioni dell'ancora. Non vale la pena di mettersi a costruire da soli un campanello o una cicalina, perché si possono comperare a buon mercato, insieme col relativo pulsante.

Impianto di campanelli elettrici.

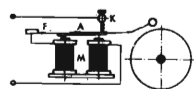
Fig. 366. Campanello elettrico.

A figura **367 a** vediamo lo schema di collegamento d'un impianto semplice di campanello (o suoneria). Se si vuole azionare il campanello da due posti (per es. dall'uscio di casa e dalla porta dell'appartamento), si collega il secondo pulsante (**D**$_2$) in parallelo. Molte volte si vuole avere una seconda suoneria, per es. in giardino, per sentire anche di là il campanello della porta. In tal caso inseriamo un commutatore **U**, col quale possiamo commutare il collegamento dalla suoneria **K**$_1$ alla suoneria **K**$_2$ (fig. **367 b**). Naturalmente è possibile far funzionare con una sola sorgente di corrente due campanelli (fig. **368**). Usando due suonerie di suono diverso, sarà facile riconoscere a orecchio quale dei pulsanti sia stato azionato.

Fig. 367 a. Schema di un impianto semplice.

Fig. 367 b. Commutazione di due campanelli.

Fig. 368. Due campanelli con sorgente di corrente in comune.

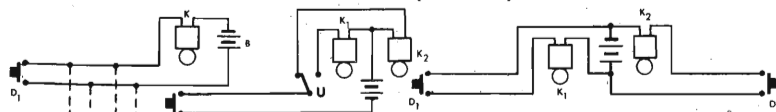
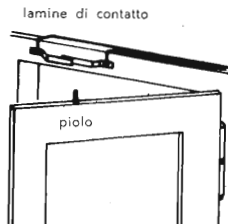



Fig. 369. Contatto a porta, per porta aprentesi verso l'interno.

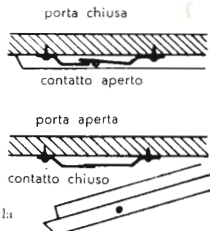



Fig. 370. Come avviene la chiusura del contatto.

Fig. 371. Schema di collegamento del contatto a porta.

Impianti elettrici d'allarme.

L'impianto domestico di campanelli elettrici può essere completato da un impianto d'allarme, quando si applichi al telaio della porta dell'appartamento un contatto complementare (fig. **369**). Le lamine di contatto, di lamiera d'ottone elastica, si fissano per mezzo di viti, in modo che, a porta aperta, le estremità si sovrappongano. Sul bordo superiore della porta conficchiamo un piolo, il quale, quando si chiude la porta, preme su una delle lamine di contatto, staccandola cosí dall'altra (fig. **370**). Questo contatto a porta lo colleghiamo in parallelo alla linea che conduce al pulsante (fig. **371**). Possiamo applicare contatti di questo genere anche all'uscio di casa od alle finestre.

Fig. 372. Contatto a porta, per porta aprentesi verso l'esterno.

Se la porta si apre verso l'esterno avvitiamo le lamine di contatto su un blocchetto di legno, che fisseremo con due viti sul lato interno del telaio della porta (fig. **372**). Nella porta si conficca un chiodo, in modo che la sua testa tenga aperto il contatto quando la porta è chiusa.

Avvisatore d'incendio.

Possiamo fabbricare un semplice avvisatore d'incendio, servendoci d'una molletta da bucato (**W**) (fig. **373**). In ognuna delle estremità ricurve della molletta eseguiamo un foro del diametro di 3 mm, attraverso il quale avvitiamo un bulloncino (**K**) a testa semisferica e sotto ognuno dei dadi serriamo, senza dimenticare di frapporvi una ranella, un filo conduttore. Fra i due bracci della molletta infiliamo un pezzetto di candelina stearica (**M**). Il diametro della candelina dev'essere tale che fra le teste delle viti rimanga una distanza di 3-5 mm. Con uno spago appendiamo la molletta, per esempio, nella legnaia e posiamo la linea, con frapposizione d'una batteria per campanelli, fino ad una particolare suoneria nell'abitazione. Se la temperatura nella legnaia supera i 40°C, la cera si fonde e la spinta della molletta chiude il contatto fra le viti, sicché il campanello d'allarme entra in funzione. Possiamo anche collocare piú contatti « termici » di questo genere in vicinanza di materiali infiammabili, collegandoli in parallelo.

Fig. 373. Un semplice avvisatore d'incendio.

Segnalatore di livello.

Si costruiscono attualmente impianti automatici di segnalazione per gli scopi piú vari e possiamo vederne esempi d'applicazione già su un'automobile. Gli strumenti del cruscotto indicano, mediante trasmissione elettrica, la pressione dell'olio, la temperatura dell'acqua e la quantità di benzina nel serbatoio, mentre numerose lampadine di segnalazione indicano se altri accessori funzionano o non funzionano.

La figura **374** ci mostra come possiamo costruire un semplice segnalatore di livello, che richiami la nostra attenzione, per esempio, prima del traboccamento d'una vasca da bagno, d'un mastello per la raccolta della pioggia ecc. L'apparecchio è costituito da un tubo (1) del diametro di circa 30 mm e della lunghezza di circa 200 mm, munito, alla sua estremità inferiore, di linguette ripiegate verso l'interno, e alla sua estremità superiore, di linguette ripiegate verso l'esterno. Con queste ultime il tubo è inchiodato in un foro dell'assicella (2), sulla quale sono avvitate due molle di contatto (3) e (4), le cui estremità si sovrappongono, senza toccarsi, esattamente al centro della luce del tubo. Entro il tubo è collocato un piccolo galleggiante (5), cilindrico o sferico. Si può appendere l'intero apparecchio all'orlo d'un recipiente, per mezzo di due bride di lamiera (6) avvitate all'assicella. Al salire del livello dell'acqua nel recipiente, sale anche il galleggiante entro il tubo, fino ad incontrare la molla di contatto inferiore. Quest'ultima si flette allora verso l'alto e va a toccare l'altra molla; si chiude cosí un circuito di corrente, che mette in funzione una suoneria (fig. **375**).

Per fabbricare il tubo ci serviamo d'una striscia di latta che avvolgiamo attorno ad un'anima adatta, fermandola con una saldatura. Come galleggiante impiegheremo una pallina da ping-pong, oppure una scatoletta d'alluminio o di plastica, per esempio come quelle in cui vengono vendute certe pellicole fotografiche di piccolo formato. Eseguiremo la molla di contatto inferiore impiegando una lamina elastica d'ottone dello spessore di 0,12-0,15 mm, mentre la molla sovrastante può essere di spessore maggiore. Volendo, si possono fissare sull'assicella anche la batteria e la suoneria. Quanto piú in basso si appende l'apparecchio, tanto prima esso entra in funzione.

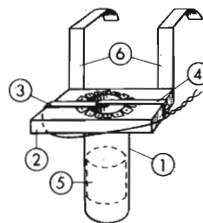



Fig. 374. Segnalatore di livello.

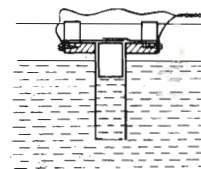



Fig. 375. L'apparecchio appeso, visto in sezione.

Interruttore a tempo.

Quasi in tutte le case di città troviamo attualmente interruttori elettrici a tempo, ossia orologi che aprono e chiudono dei contatti ad ore prestabilite. Per esempio, essi chiudono la sera il circuito della corrente di riscaldamento del boiler elettrico e lo riaprono al mattino, oppure compiono una funzione analoga per l'impianto d'illuminazione d'una vetrina o delle scale. Mediante l'applicazione d'un contatto possiamo trasformare in un interruttore a tempo una qualsiasi sveglia da cucina. A tale scopo curviamo ad U un robusto pezzo di lamiera, ottenendone una staffa di sospensione **H**, nella quale eseguiamo due fori contrapposti (fig. **376**), il cui diametro deve essere tale da poter accogliere esattamente una spina a banana **B**. Saldiamo questa staffa sulla parete posteriore della sveglia, in posizione tale che, quando la sveglia suona, la chiavetta di caricamento della suoneria, girando, vada ad urtare la spina. (Se la chiavetta è snodata, dovremo saldarla in modo che non possa ribaltarsi). Si stabilisce cosí il contatto fra la spina e la cassa della sveglia. Una molletta da bucato **Kl**, fissata ad uno dei piedini, forma il secondo attacco. I conduttori di raccordo possono portare, per esempio, ad una o piú suonerie nelle varie camere da letto e si ottiene cosí un impianto di chiamata mattutina con comando in comune. Allo stesso modo si può anche comandare l'inserimento automatico di apparecchi radio a batteria, in corrispondenza all'inizio di determinati programmi.

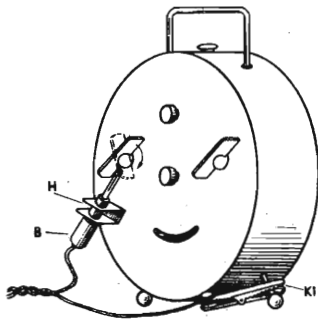



Fig. 376. La sveglia usata come interruttore a tempo.

Telegrafo a cicalina.

Supponiamo che al martelletto d'una suoneria elettrica sia fissata una matita e che al posto della campana si trovi un rotolo di nastro di carta azionato da un movimento ad orologeria: è questa la struttura fondamentale d'un apparecchio telegrafico. L'autointerruttore è eliminato e la corrente viene addotta direttamente alle bobine del magnete con frapposizione d'un tasto Morse. In tal modo la matita traccia sulla striscia di carta in movimento, chiamata zona, impulsi di corrente lunghi e brevi, in forma di linee e punti. L'americano Morse, che inventò il telegrafo piú di cento anni fa, escogitò anche il necessario alfabeto convenzionale, che trova oggi impiego anche nella radiotelegrafia. Si possono produrre segnali Morse per esempio, anche con una cicalina, in forma di suoni brevi e lunghi, ascoltandoli direttamente o per mezzo d'un ricevitore telefonico. Nella radiotrasmissione si sovrappongono i segnali sonori all'onda portante e si ascoltano col ricevitore; nel telegrafo da campo si trasmettono i segnali per mezzo d'una linea.

Un semplice impianto Morse, col quale possiamo telegrafare fino a circa 200 metri di distanza, si può eseguire, secondo le figure **377** e **378**, per mezzo di due cicaline **S** d'acquisto e due tasti Morse **T** di propria fabbricazione. Si fabbrica il tasto (1) piegando convenientemente una striscia di lamina elastica d'ottone lunga circa 100 mm, della larghezza di 10 mm e dello spessore di 0,6-0,8 mm. Nella striscia si eseguono due fori, per avvitarla sull'assicella di base (3), oltre ad un foro per l'avvitamento d'una manopola (2) di legno o di plastica. L'arresto del tasto, tendente a sollevarsi per effetto dell'elasticità, è costituito da una

Fig. 377. Tasto Morse di propria fabbricazione.

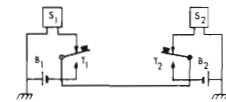



Fig. 378. Schema dell'impianto Morse.

Fig. 379.

Fig. 381. Il nostro apparecchio Morse.

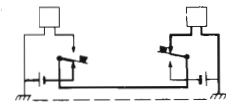
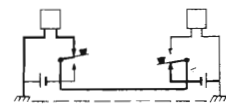



Fig. 380.

Figg. 379-380. Andamento dei circuiti quando si abbassano i tasti.

striscia (4) della stessa lamina, della larghezza di circa 6 mm, ripiegata due volte, mentre l'arresto inferiore è costituito da una squadretta (5). Anche questi due particolari vengono fissati, rispettivamente con due viti, sull'assicella di base (vedi tav. XXI). Ogni stazione comprende una cicalina, un tasto ed una batteria tascabile, collegati fra loro come illustrato a figura **378**. Per brevi distanze è sufficiente posare fra le due stazioni un filo di rame da 0,8-1 mm con isolamento di cotone. Come conduttore di ritorno (terra) impiegheremo i tubi dell'acqua potabile. In ogni stazione fissiamo al piú vicino rubinetto dell'acqua un serratubo d'acquisto, al cui morsetto si unisce il filo di collegamento.

I tratti rinforzati nelle figure **379** e **380** indicano il circuito che si chiude quando si abbassa il tasto della stazione **I** o rispettivamente della stazione **II**. In ogni stazione la batteria deve essere collegata al contatto (5) con lo stesso polo, altrimenti le due batterie vengono chiuse in corto circuito attraverso i conduttori, quando avvenga che si abbassino contemporaneamente i tasti di entrambe le stazioni.

La figura **381** mostra, a titolo d'esempio, in qual modo i particolari di ogni stazione possano essere montati su un'assicella di base di conveniente larghezza. Invece dei due morsetti a vite per il serraggio dei conduttori, si possono anche impiegare prese a manicotto per spine a banana. Il coperchio **D**, di lamiera piegata e saldata, all'interno del quale s'incolla una tabellina con l'alfabeto Morse, è fissato per mezzo di cerniere sull'assicella di base e serve a chiudere l'intero apparecchio. All'aperto dove non è disponibile nessuna conduttura d'acqua, occorre un secondo conduttore per il ritorno. Se, in conduttori molto lunghi, le perdite di tensione si fanno troppo grandi, si aumenta la tensione della batteria aggiungendo in ogni stazione una batteria tascabile.

Alfabeto Morse.

a	· —	j	· — — —	s	· · ·	1	· — — — —
b	— · · ·	k	— · —	t	—	2	· · — — —
c	— · — ·	l	· — · ·	u	· · —	3	· · · — —
d	— · ·	m	— —	v	· · · —	4	· · · · —
e	·	n	— ·	w	· — —	5	· · · · ·
f	· · — ·	o	— — —	x	— · · —	6	— · · · ·
g	— — ·	p	· — — ·	y	— · — —	7	— — · · ·
h	· · · ·	q	— — · —	z	— — · ·	8	— — — · ·
i	· ·	r	· — ·	ch	— — — —	9	— — — — ·
						0	— — — — —

Telefoni

Breve storia della telefonia.

L'invenzione del telefono è poco piú recente di quella del telegrafo. Le prime trasmissioni della voce da parte dell'italiano Meucci, dell'americano Bell e del tedesco Reis, erano certamente alquanto confuse in confronto alle conversazioni telefoniche dei nostri giorni ed inoltre limitate a brevi distanze. Inizialmente s'impiegava, tanto per parlare, quanto per ascoltare, un unico ricevitore telefonico (fig. **382**). Tale telefono era costituito da una sbarretta magnetica **M**, su uno dei cui poli era applicato un nucleo di ferro dolce con un avvolgimento di filo o bobina **S**. A breve distanza di fronte al nucleo della bobina era teso un sottile disco di lamiera **P**. Quando su una tale membrana incidono delle onde sonore, la membrana vibra, avvicinandosi al nucleo di ferro ed allontanandosi dal medesimo, in ritmo con le onde sonore. Siccome la membrana di ferro agisce allo stesso modo di un'ancora oscillante, il campo magnetico che attraversa la bobina varia e induce nelle spire correnti alternate nello stesso ritmo delle vibrazioni. Sul lato ricevente, le suddette correnti rinforzano ed attenuano il campo di forza di quel magnete, sicché varia con lo stesso ritmo la forza d'attrazione agente sulla membrana. Quest'ultima compie quindi vibrazioni uguali a quelle di partenza e riproduce la voce.

Con due cuffie radiofoniche, unite fra loro da una linea bipolare, si può attuare in tal modo una trasmissione telefonica in duplex, ossia simultanea nei due sensi, anche se la riproduzione non sarà molto forte.

Attualmente usiamo, come trasmettitore, un microfono (fig. **383**). Questo contiene una sottile piastra di carbone $\mathbf{P_1}$, dietro la quale si trova una piastra di carbone di maggiore spessore $\mathbf{P_2}$. Lo spazio fra le due piastre è riempito di granelli di carbone **K**, che formano, in certo senso, un contatto oscillante. Quando si parla verso la piastra $\mathbf{P_1}$, funzionante come membrana, le sue vibrazioni producono una maggiore o minore compressione dei grani di carbone. La resistenza elettrica del carbone varia molto fortemente a seconda della compressione. Pertanto se nella linea verso il ricevitore telefonico s'inserisce una sorgente di corrente **B**, la resistenza elettrica nel circuito cosí formato varia, a sua volta, in maniera particolarmente forte, con lo stesso ritmo delle vibrazioni prodotte dalla voce. La membrana telefonica compie in tal modo forti vibrazioni e riproduce la voce con maggiore intensità che non il complesso precedentemente descritto. Per la conversazione in duplex occorrono tuttavia un microfono ed un ricevitore da ambo le parti. Anche la prestazione del ricevitore è stata migliorata con l'impiego d'un magnete a ferro di cavallo con due bobine (fig. **383**).

Nonostante tale perfezionamento, la riproduzione a grandi distanze sarebbe molto debole, per via dell'eccessiva resistenza della linea. Si è ovviato a questo

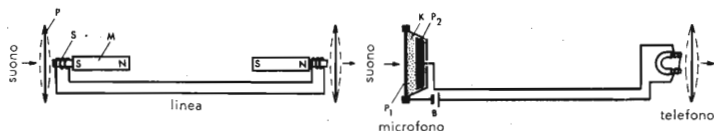



Fig. 382. Telefono elementare.

Fig. 383. Telefono con microfono e ricevitore telefonico.

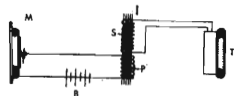



Fig. 384. Telefono con bobina d'induzione.

inconveniente con l'impiego d'una bobina d'induzione che trasforma le correnti alternate di bassa tensione del microfono in correnti di tensione piú alta. La figura **384** illustra il principio di questo collegamento. La bobina d'induzione **I** è costituita da due avvolgimenti di filo disposti attorno ad un unico nucleo di ferro. La bobina primaria **P**, collegata al microfono, ha poche spire di filo grosso, la bobina secondaria **S** ha, per esempio, un numero sestuplo di spire di filo sottile. Quando le correnti alternate del microfono passano per **P**, esse magnetizzano con lo stesso ritmo il nucleo di ferro. Le linee di forza cosí prodotte passano, con uguale cadenza, per la bobina secondaria, inducendovi uguali tensioni alternate. Queste correnti alternate sono notevolmente piú deboli, ma di tensione sestuplicata, essendo sestuplicato il numero delle spire rispetto a quello dell'avvolgimento primario. Una tale bobina d'induzione è pertanto un trasformatore, che trasforma basse tensioni alternate in correnti di tensione piú alta. Le tensioni piú alte possono superare molto meglio la resistenza di linee lunghe ed in tal modo riesce possibile il collegamento a distanze maggiori, senza aumento della sezione dei conduttori. Diremo soltanto incidentalmente che al giorno d'oggi in linee telefoniche della lunghezza di molte migliaia di chilometri sono inseriti anche amplificatori elettronici.

Costruiamo un impianto telefonico.

Un impianto telefonico completo dev'essere munito d'un dispositivo di segnalazione per poter chiamare al telefono l'interlocutore. Esso deve però essere costruito in modo che i circuiti di corrente prodotti dalla batteria siano interrotti quando non si utilizza l'impianto, perché altrimenti le batterie si scaricherebbero molto rapidamente. A figura **385 a** e **b** è riprodotto lo schema d'un tale impianto e vi si vede una leva **H** alla cui estremità è appeso il microfono, unito in un unico complesso col ricevitore (microtelefono). La leva reca inferiormente due denti, i quali, quando il ricevitore è appeso, aprono il contatto **A** e portano i contatti di commutazione **U** nella posizione rappresentata (fig. **a**). Oltre alle bobine d'induzione **J** ed alla batteria **B** del microfono, troviamo in ogni stazione anche un tasto di chiamata **K** e un campanello (o una cicalina) **G**. Nella stazione **II** è stato abbassato il tasto di chiamata, funzionante, allo stesso tempo, come commutatore. Seguendo lo schema in tutti i suoi collegamenti, vedremo che il circuito tracciato con tratti ingrossati appare chiuso; la batteria $\mathbf{B_2}$ invierà pertanto la sua corrente attraverso la linea ed attraverso $\mathbf{K_1}$ e $\mathbf{U_1}$, al campanello **G**, sicché la stazione **I** viene chiamata per la conversazione. Quando **I** stacca il ricevitore — come ha fatto nel frattempo **II** — i contatti **A** si chiudono inserendo cosí i circuiti del microfono. Allo stesso tempo i contatti **U** uniscono alla linea gli avvolgimenti secondari delle bobine d'induzione, collegati in serie, stabilendo cosí il collegamento telefonico.

Per semplificare l'impianto, anziché unire in un unico ricevitore il telefono ed il microfono, li lasciamo separati, come negli impianti antichi. In primo luogo costruiamo, attenendoci alle misure della figura **386**, le cassettine dei due apparecchi. Sull'assicella di base **G**, di legno dello spessore di circa 6 mm, inchiodiamo ed incolliamo il telaio **R** eseguito in listelli di legno da mm 5×40, nel cui lato di sinistra avremo segato un intaglio **S** della larghezza di circa 8 mm. Con la sega ritagliamo da un listello di legno dello spessore di 8 mm la leva **H**. La sua forma e le sue dimensioni approssimative si possono rilevare dalla figura **387** e dalle fotografie. Si fissa la leva su un blocchetto di legno incollato **V**, per mezzo d'una vite da legno **D**, in modo che l'estremità della leva, che avremo un poco assottigliata con la lima, possa muoversi senza attrito entro l'intaglio. Tanto sul lato inferiore della leva quanto sul coperchio contrapposto avvitiamo un

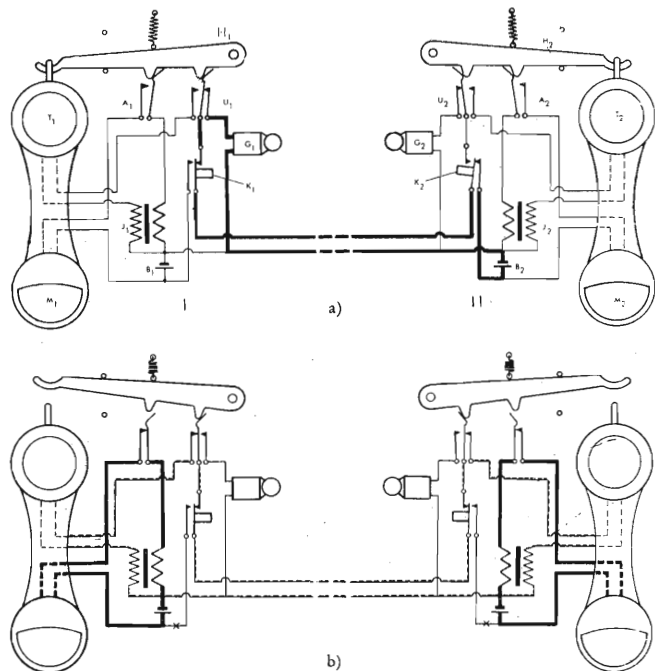



Fig. 385. Schema di collegamento del nostro impianto telefonico. Fig. a: La stazione **II** chiama. Fig. b: Ricevitore staccato in entrambe le stazioni. (Circuito della batteria tracciato a tratti ingrossati; circuito d'induzione tracciato a tratteggio).

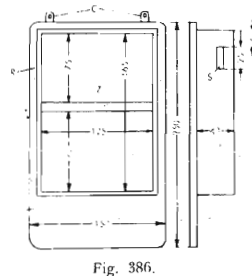



Fig. 386. La cassettina del telefono.

Fig. 386.

piccolissimo occhiello a vite. In questi occhielli a vite si aggancia una breve molla traente **F**, che tira verso l'alto la leva **H**. La molla dev'essere cosí debole che il peso del ricevitore appeso al gancio spinga la leva con forza verso il basso. Come ricevitore telefonico impiegheremo uno degli auricolari d'una cuffia radiofonica e come microfono una capsula microfonica d'acquisto.

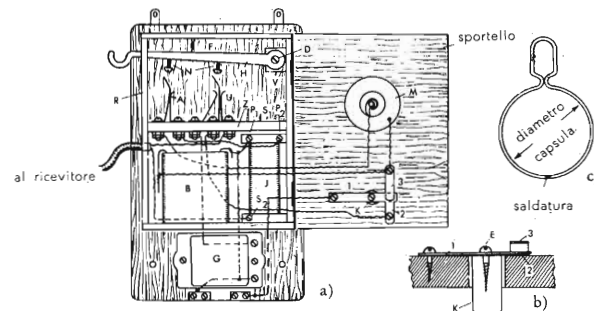



Fig. 387. a) Apparecchio telefonico completo (aperto); b) Sezione attraverso il tasto di chiamata; c) Sostegno del ricevitore.

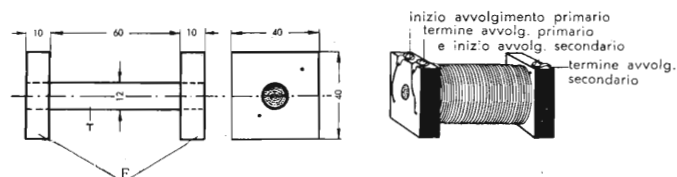



Fig. 388. Bobina d'induzione e misure del corpo della bobina.

Dopo aver adattato l'assicella intermedia **Z**, costituita da un listello di legno della larghezza di 10 mm, approntiamo, con strisce elastiche di lamiera d'ottone, della larghezza di 6-8 mm e dello spessore di circa 0,3 mm, i contatti per **A** e **U**. Possiamo utilizzare molto bene, a questo scopo, le linguette polari di vecchie batterie tascabili. Per le due molle di contatto piú lunghe ci occorrono strisce della lunghezza di 45 mm e per le tre piú corte, strisce della lunghezza di circa 48 mm, ad una delle cui estremità eseguiremo un foro di 3 mm, per poi curvarle convenientemente come si vede a figura **387** e fissarle sull'assicella **Z** per mezzo di viti da 3 mm. Si dovranno eseguire i fori per tali viti in modo che la leva **H** venga a trovarsi esattamente al di sopra delle molle. Al posto delle sporgenze che si vedono a figura **385**, avvitiamo sul lato inferiore della leva le viti da legno **D** con testa tonda, dopo aver segnato esattamente la giusta posizione di ognuna. Soltanto allora incolliamo nella cassettina l'assicella intermedia **Z**. Curvando convenientemente le estremità delle molle ed avvitando piú o meno a fondo le viti **D**, si ottiene senza difficoltà una sicura commutazione, quando si abbassa la leva.

Con un'assicella di legno dello spessore di 15 mm approntiamo ora uno sportello che fisseremo poi con cerniere, sulla parte di destra della cassettina. Questo sportello reca al centro un foro circolare dello stesso diametro della capsula microfonica che vi inseriremo. Se la capsula è strettamente adattata al foro non occorre alcun ulteriore fissaggio. Al di sotto del microfono eseguiamo un foro di 8 mm circa, per il tasto di segnalazione, la cui costruzione risulta dalla figura **387 b**. Per le tre molle di contatto **1**, **2** e **3** utilizzeremo anche qui le linguette polari di batterie usate. All'estremità di ognuna delle molle eseguiremo un foro per l'avvitamento sul lato interno dello sportello. Nella molla **1** eseguiremo, alla distanza di circa 15 mm dall'estremità, un secondo foro, nel quale avviteremo, per mezzo d'una vite da legno **E**, il pulsante di chiamata **K**, che

avremo eseguito con un pezzo di legno tondo del diametro di 7-8 mm e della lunghezza di circa 22 mm. Le molle **2** e **3** si fissano in modo che l'estremità della molla **1** prema, in posizione di quiete, sull'estremità della molla **2** e quando si preme il tasto vada a toccare l'estremità della molla **3**.

Come telefono utilizzeremo gli auricolari d'una cuffia radio smontata. Per poterli agganciare eseguiremo, come si vede a figura **387 c**, un cappio di filo da 3 mm, che spingeremo sulla capsula dell'auricolare. Si fa passare all'interno della cassettina il cordone del ricevitore, attraverso un foro nella parete di sinistra.

La costruzione della bobina d'induzione è illustrata a fig. **388**. Mediante incollatura d'un pezzo di robusto cartoncino o di presspan eseguiamo dapprima un tubo **T** della lunghezza di 80 mm con diametro interno di 10 mm e diametro esterno di 12 mm. Da una tavoletta di legno dello spessore di 10 mm seghiamo le due assicelle **F** aventi lati della lunghezza di 4 cm, al centro di ognuna delle quali eseguiamo un foro del diametro di 12 mm ed in tali fori incolliamo le due estremità del tubo di cartoncino. Riempiamo l'interno del tubo con un mazzetto di pezzi di fili di ferro ricotto da fiorai lunghi 80 mm e del diametro di circa 0,6 mm, che avremo precedentemente immersi in una soluzione di gomma lacca. Su questo corpo della bobina avvolgiamo dapprima 600 spire di filo di rame laccato o rivestito di cotone, del diametro di 0,30 mm, ne facciamo passare gli estremi attraverso piccoli fori nella flangia della bobina, fissandoli per mezzo di occhielli saldati e d'una vite da legno. Incolliamo ora sopra questo avvolgimento primario uno strato di carta, e su questo avvolgiamo circa 6000 spire di filo di rame laccato da 0,15 mm. Questo avvolgimento si può compiere rapidamente servendosi d'un trapano a mano. Si salda l'inizio di questo avvolgimento secondario col termine di **Pr** e si fissa il termine dell'avvolgimento secondario ad un terzo occhiello o rispettivamente ad una terza vite. Si fissa, eventualmente incollandola, la bobina d'induzione nella parte inferiore di destra, lasciando, sulla sinistra, il posto per la batteria tascabile. Per il fissaggio della cicalina o d'un piccolo campanello è previsto il piccolo spazio che rimane libero sull'assicella di fondo (tav. XXI).

L'unione delle singole parti è illustrata a fig. **387**. Per il collegamento al microfono, al tasto di chiamata e alla batteria sceglieremo una treccia isolata, che non è soggetta a rompersi. Al di sotto della cicalina applichiamo due morsetti ai quali si raccordano i conduttori. Per il passaggio dei conduttori che portano alla cicalina ed ai morsetti di collegamento eseguiamo un foro adeguato attraverso la parete inferiore del telaio. I collegamenti al microfono ed alle molle di contatto dovranno essere fissati con una goccia di stagno. Infine verniciamo le due cassettine e superiormente ad ognuna delle assicelle di base applichiamo due occhielli di lamiera per il fissaggio alla parete. Come filo di linea utilizzeremo un filo con isolamento di plastica, mentre per il ritorno possiamo valerci dei tubi dell'acqua potabile. Se, con linee molto lunghe, la suoneria non funziona, inseriremo nel circuito di chiamata, nella posizione segnata con una crocetta a figura **385 b**, una seconda batteria tascabile, facendo attenzione che le due batterie siano collegate tra loro in serie (unire il polo + al polo —).

Invece d'un ricevitore radiofonico possiamo anche impiegare una capsula di ricezione d'acquisto e riunire la capsula del microfono e la capsula del ricevitore in un'unica cornetta, come a figura **385**. Siccome la resistenza d'una tale capsula è molto minore di quella del ricevitore d'una cuffia radiofonica, anche la resistenza secondaria delle bobine d'induzione dovrà essere minore. In tal caso avvolgeremo per il primario soltanto 400 spire e per il secondario 2000 spire di filo di rame da 0,2 mm.

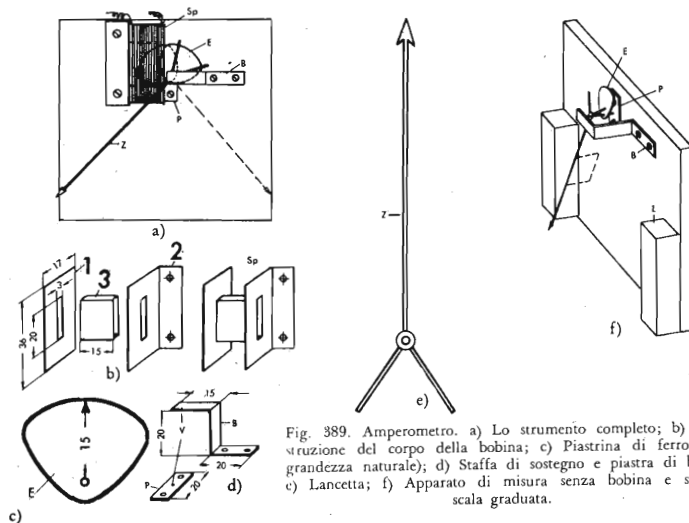



Fig. 389. Amperometro. a) Lo strumento completo; b) Costruzione del corpo della bobina; c) Piastrina di ferro (in grandezza naturale); d) Staffa di sostegno e piastra di base; e) Lancetta; f) Apparato di misura senza bobina e senza scala graduata.

Strumenti elettrici di misura

Per la misurazione della corrente e della tensione si sono sviluppati numerosi strumenti, che trasmettono ad una lancetta indicatrice gli effetti elettromagnetici e gli effetti termici della corrente elettrica (Misuratori a rocchetto mobile, al ferro dolce, al filo caldo ed elettrodinamici). Gli strumenti di misura sono utilissimi anche per i nostri esperimenti e ci forniscono molte informazioni preziose. Possiamo anche costruirne noi stessi alcuni, in forma semplificata (vedi tav. XXII).

Amperometro.

La figura **389** mostra la costruzione d'uno strumento al ferro dolce, che vogliamo realizzare come amperometro. Nella figura **a** si può vedere che lo strumento di misura è costituito da una bobina magnetica **Sp**, davanti al cui foro è montata una piastrina girevole di ferro **E**. L'asse della stessa, sul quale è fissata anche la lancetta **Z**, è bilanciato in modo che, allo stato di quiete, **E** e **Z** si trovino nella posizione illustrata. Al passaggio di corrente per la bobina, la piastrina viene attirata (fatta ruotare) piú o meno a fondo entro la bobina, sicché la lancetta oscilla.

Il corpo della bobina **Sp**, composto di tre parti saldate fra loro, lo eseguiremo in lamiera d'ottone o di zinco. Le parti **1** e **2**, le cui feritoie si ritagliano con uno scalpello, sarà di lamiera dello spessore di 0,6 mm e nelle feritoie si salderà la parte **3** ripiegata in lamiera piú sottile (fig. **b**). L'aletta della parte **2**, ripiegata ad angolo retto, serve all'avvitamento del corpo della bobina. Dopo aver incollato una copertura di carta sui lati interni, avvolgeremo sul corpo della bobina circa 200 spire di filo di rame smaltato da 0,5 mm. Taglieremo da un sottile lamierino per trasformatori due pezzi della forma della

piastrina **E** (fig. **c**), incolleremo con un po' di gomma questi due pezzi l'uno sull'altro, poi eseguiremo attraverso gli stessi il foro per il perno. Come perno utilizzeremo di preferenza il perno del bilanciere d'una vecchia sveglia; potremo anche usare un pezzo lungo circa 22 mm d'un ago da calza del diametro di 1,5 mm, appuntendone le estremità con la mola e levigandole accuratamente con una cote. (Questa operazione di levigatura va compiuta molto accuratamente, perché altrimenti lo strumento non può funzionare bene, per via dell'eccessivo attrito). La piastra di base **P** e la staffa **B** fra le quali è sostenuto il perno si eseguono in lamiera elastica d'ottone dello spessore di 1 mm e della larghezza di 6 mm e nelle stesse s'imprimono, nelle posizioni indicate con **V**, per mezzo d'un bulino o di una robusta puntina per grammofono, i centri di sospensione del perno. La lancetta **Z** la ritaglieremo da una sottile lamiera d'alluminio.

Sul bordo superiore di un'assicella di legno da mm 120 × 120 circa si fissa ora, per mezzo di viti, la piastrina di base **P**, poi si sospende per mezzo della staffa **B**, pure avvitata, il perno con la lancetta e con la piastrina. Si aggiusta la staffa, flettendola leggermente verso l'alto o verso il basso, finché il perno non sia sostenuto con grande facilità di movimento fra i centri di sostegno ed in posizione esattamente verticale. Si fissano sul perno, all'occorrenza con un adesivo, la piastrina e la lancetta, in modo che, dopo l'avvitamento della bobina, la piastrina possa immergersi, senza strisciare, entro la bobina e che anche la lancetta possa oscillare, senza strisciare, sul corpo della bobina. Infine s'incollano due listelli di legno **L** dello spessore di 15 mm sull'assicella di base, sulla quale si applica provvisoriamente un quadrante di cartoncino bianco. Tenendo l'apparato di misura in posizione verticale, si fissano alla punta della lancetta dei piccolissimi pezzetti di piombo, in modo che il peso della lancetta non superi che di poco quello del contrappeso costituito dalla piastrina **E**, ossia che la lancetta penda perpendicolarmente verso il basso. Fatto ciò, appesantiamo con piccolissimi pezzi di piombo il braccio di destra della forchetta della lancetta, in modo che la lancetta si porti nella posizione di zero, all'estremo sinistro della scala graduata e segniamo questo punto con O.

Fig. 390. Collegamento per taratura. A = strumento di paragone, M = apparato di misura.

Per procedere alla taratura della scala graduata, dovremo farci prestare uno strumento di paragone con un campo di misura di circa 0,1 A, che collegheremo in derivazione, come illustrato a figura **390**, con la bobina del nostro apparato di misura, con una resistenza regolabile di circa 30 ohm (una vecchia resistenza di riscaldamento per radio) e un accumulatore. Se il nostro strumento di misura è ben equilibrato, la fine della deviazione della lancetta corrisponderà a circa 0,6 A ed una deviazione percettibile avrà inizio in corrispondenza a circa 0,15 A. Si determinano, con la resistenza regolabile, tutti i valori intermedi, si contrassegnano le varie deviazioni della lancetta ed infine si disegna con inchiostro di china l'intero arco della scala graduata, con trattini e cifre. I valori corrispondenti alla fine della scala saranno alquanto ravvicinati, ma potremo espanderli appesantendo un poco il braccio di sinistra della forchetta della lancetta. Si avvita lo strumento di misura sul fondo d'una conveniente cassettina nella cui parte anteriore si eseguirà, davanti alla scala, un conveniente intaglio, dietro il quale s'incollerà una lastrina di vetro. Si collegano gli estremi dell'avvolgimento della bobina dello strumento alla cassettina, con due morsetti.

Per raddoppiare il campo di misura, si collegano fra loro (ossia si « shuntano ») i morsetti con un filo di lega di nichel da 0,2 mm, di resistenza pari a quella della bobina. Per determinare questa resistenza, si parte da un filo di

Foto 50. Voltmetro ed amperometro. Si misurano l'intensità e la tensione della corrente fornita da una dinamo.

TAV. XXII

Foto 51. Lampada ad arco con trasformatore.

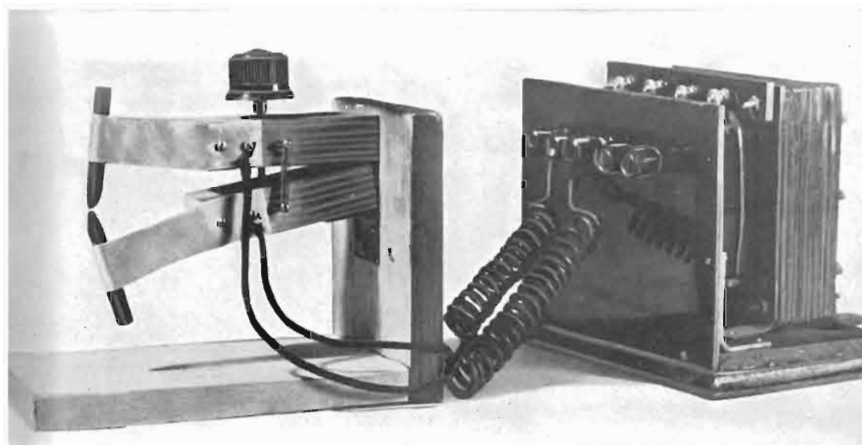
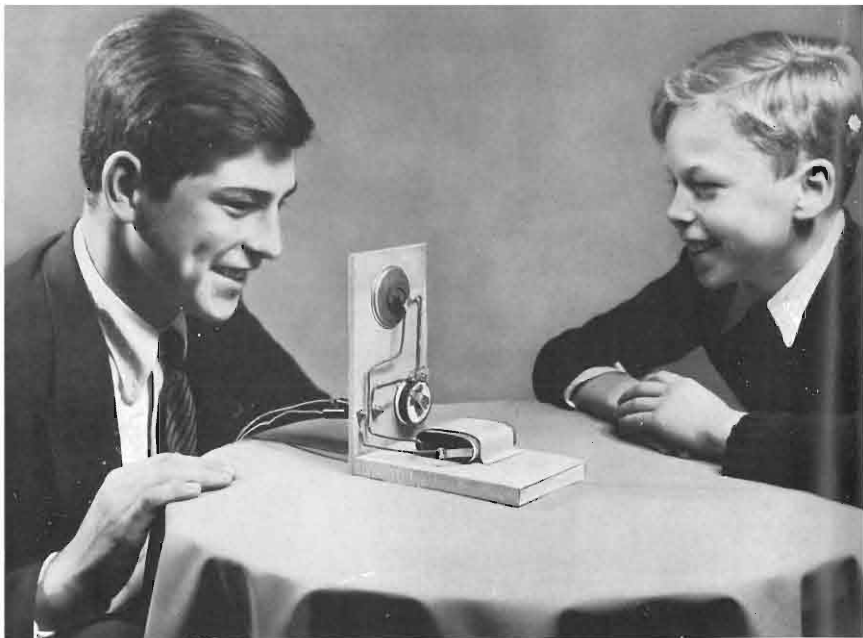



Foto 52. È divertente inserirsi nella trasmissione radiofonica con un microfono clandestino.

TAV. XXIII

Foto 53. Ricevitore a diodo con amplificatore a transistor. Fuori della scatola, i pezzi non ancora saldati: diodo, transistor, resistenze e condensatori a blocco.

Foto 54. L'apparecchio completo nella scatola del sapone.

b) c)

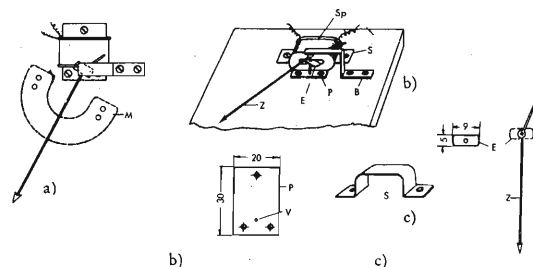



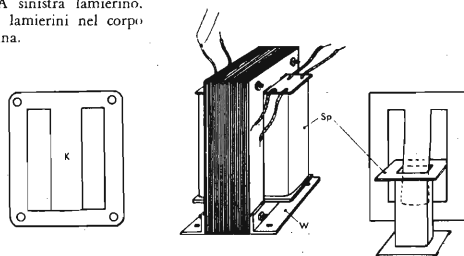
Fig. 391. a) Strumento di misura a magnete rotante; b) Vista prospettica; c) Piastrina di base, portabobina e lancetta con magnete rotante.

lega di nichel della lunghezza di circa 20 cm e lo si accorcia finché, quando si raccorda il filo, la deviazione della lancetta si riduca a metà. Allo stesso modo potremo triplicare o quintuplicare il campo di misura. Il nostro amperometro serve a misurare tanto correnti continue quanto correnti alternate, ma deve essere impiegato in posizione verticale, perché, per motivi di semplicità, abbiamo rinunciato ad una molla direzionale. Siccome, per la stessa ragione, non abbiamo applicato un ammortizzatore, la lancetta oscilla un poco dopo ogni deviazione, prima di fermarsi. Applicando alla lancetta una bandierina (accennata a tratteggio nella fig. **f**) si può ridurre un poco tale oscillazione.

Voltmetro.

Secondo lo stesso principio, possiamo costruire un voltmetro, avvolgendo sulla bobina circa 2000 spire di filo smaltato da 0,15 mm. Tuttavia un tale voltmetro consumerebbe troppa corrente ed è perciò preferibile l'impiego d'un sistema a magnete rotante. Come si vede a figura **391**, la piastrina di ferro **E**, collocata anche qui sul perno della lancetta, ha forma rettangolare ed è montata simmetricamente davanti all'intaglio della bobina, sicché può immergervisi con un lato o con l'altro. La piastrina è però d'acciaio temperato ed è magnetizzata, sicché viene attirato entro la bobina quello dei lati che ha polarità opposta a quella del campo della bobina. Pertanto, per compiere le misurazioni, lo strumento deve essere sempre collegato correttamente, quando lo zero non sia collocato al centro. (Ne consegue inoltre che lo strumento è utilizzabile soltanto per misurare la tensione di corrente continua). E passiamo ora alla costruzione di questo voltmetro.

Si avvita la piastrina di base **P** con tre viti da legno, dopo aver segnato i centri **V**, sull'assicella di base. Il perno e la staffa **B** sono uguali a quelli dello strumento precedente. Come bobina **Sp** useremo una bobina per auricolare telefonico da 1000 ohm, che possiamo acquistare in qualsiasi negozio d'accessori radio. Si avvita tale bobina, con una brida di lamiera d'alluminio, sulla piastra di base. Per eseguire la piastrina **E** usiamo un pezzetto di molla d'orologio, che dovremo ricuocere, perforare e quindi temperare nuovamente, per poi magnetizzarlo strisciandovi sopra una potente calamita. La lancetta **Z**, che in questo caso viene munita, per il bilanciamento, soltanto del braccetto di destra, la eseguiremo in sottile lamiera d'alluminio, che avremo portata, mediante martellatura, al minimo spessore possibile. La sensibilità dello strumento dipende infatti, in primo luogo, dal minimo peso possibile del sistema mobile. In mancanza d'una forza direzionale, lo strumento dev'essere utilizzato in posizione verticale. Si dovrà perciò appesantire il braccetto della lancetta, finché quest'ultima si porti nella posizione di zero a sinistra (Se vogliamo che il punto di zero sia al

Fig. 392. Trasformatore. A sinistra lamierino, a destra come si infilano i lamierini nel corpo della bobina.

centro della scala graduata, il braccetto di bilanciamento è superfluo). Con una lancetta sufficientemente leggera otterremo la deviazione completa già con una tensione di 4-6 V. Lo strumento non consuma che un millesimo di ampere per volt e può pertanto rimanere allacciato per intere ore, anche a batterie deboli.

Come ammortizzatore si può, anche qui, incollare sulla lancetta una bandierina di carta velina, il cui peso, però, riduce notevolmente la sensibilità, quando non sia compensato da un contrappeso sul braccetto d'equilibramento. Se fissiamo sull'assicella di base il magnete **M** d'un auricolare, come indicato nella figura **a**, esso colloca la piastrina magnetica nella voluta posizione di zero e lo strumento può essere utilizzato anche in posizione orizzontale (magnete direzionale). Procediamo alla taratura della scala — se non disponiamo d'uno strumento di paragone — mediante l'allacciamento di uno, due e tre elementi d'accumulatore collegati in serie, con i quali otteniamo le deviazioni corrispondenti a 2 V, 4 V e 6 V. Otterremo i valori intermedi mediante suddivisione proporzionale della scala.

Con corrente alternata e trasformatore

Mentre le correnti e tensioni alternate sono, nella nostra bobina d'induzione, soltanto debolissime e molto variabili, perché corrispondenti alle vibrazioni sonore, le correnti di grande intensità della rete luce invertono la loro direzione esattamente 100 volte al secondo e hanno generalmente tensione di 110 oppure 220 V. Queste alte tensioni sono estremamente pericolose e perciò non dovremo mai compiere esperimenti con tale corrente di grande intensità! Abbiamo però già visto che è possibile ridurre una corrente alternata, per mezzo d'un trasformatore, a qualsiasi tensione voluta, sicché abbiamo la possibilità di procurarci una sorgente di corrente d'intensità costante e scevra di pericolo.

Per la nostra bobina d'induzione abbiamo già eseguito un nucleo di ferro composto di molti pezzi di filo, perché altrimenti nel nucleo di ferro si produrrebbero dannose correnti parassite. Nei trasformatori propriamente detti il nucleo di ferro è composto, per gli stessi motivi, di lamierini, che hanno generalmente la forma rappresentata a figura **392**. Siccome il lembo centrale **K** è attaccato al telaio soltanto ad una delle estremità, tale lembo che costituisce il nucleo propriamente detto, può venire infilato, previo sollevamento, nel corpo della bobina. Nel corpo della bobina completo d'avvolgimento s'infila nel modo descritto un lamierino dopo l'altro, alternatamente dal lato destro e dal lato sinistro, fino a riempire completamente la cavità della bobina. I quattro fori agli angoli dei lamierini consentono di tenere unito il pacco di lamierini per mezzo di viti e dadi. Su queste viti si possono fissare, allo stesso tempo, una piccola morsettiera ed una squadretta di ferro **W**, per il fissaggio del trasformatore.

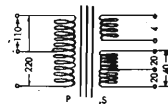
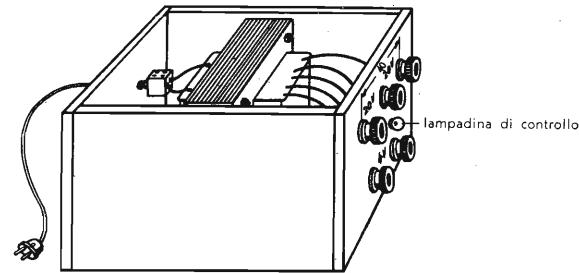



Fig. 393. Gli avvolgimenti del nostro trasformatorino.

Fig. 394. Come si monta il trasformatore.

Costruzione d'un trasformatore.

I lamierini da trasformatore si trovano già pronti in commercio. È però piú conveniente acquistare un trasformatorino d'occasione, che potremo trovare a buon mercato presso qualsiasi negozio d'accessori radio. Sceglieremo un modello assai grande, per esempio per 100 Watt. Il costo supera di poco quello dei soli lamierini ed avremo praticamente gratis il filo avvolto su di essi ed il corpo della bobina. Ci sarà inoltre risparmiato il lavoro di avvolgere la bobina primaria, perché questa corrisponde già alla tensione della nostra rete e può essere lasciata tale e quale. (Prima di procedere alla costruzione, dovremo naturalmente accertare che la nostra rete luce sia a corrente alternata, perché la corrente continua — d'altronde impiegata ormai molto raramente nel nostro Paese a scopo d'illuminazione — non può venire trasformata in maniera cosí semplice e se vi allacciassimo un trasformatore, questo si riscalderebbe subito in maniera eccessiva e si brucerebbe).

Oltre all'avvolgimento primario, del quale dovremo farci all'occorrenza contrassegnare esattamente gli attacchi dal venditore, su un tale trasformatore radio si trovano di solito altri due o tre avvolgimenti, che dovremo disfare dopo aver smontato il trasformatore. Uno di tali avvolgimenti è sempre costituito da poche spire (per esempio 15 o 20 spire) di filo molto grosso e fornisce la corrente di riscaldamento a 4 volt, occorrente per le valvole radio di vecchio tipo. Nel disfare questo avvolgimento, dovremo contare il numero delle sue spire, per riavvolgerlo esattamente allo stesso modo. Con questa tensione possiamo, fra l'altro, alimentare almeno 10 lampadine da 4 volt collegate in parallelo, ossia realizzare l'illuminazione d'un teatrino di burattini o d'una casetta di bambola. Accanto a questo avvolgimento da 4 volt, ne eseguiamo un altro di filo di rame smaltato da 1 mm, per 40 volt. Per ottenere la tensione di 40 volt, dovremo avvolgere il decuplo del numero di spire dell'avvolgimento da 4 volt. Se quest'ultimo aveva, per esempio, 20 spire, l'avvolgimento da 40 volt dovrà avere 200 spire. Una volta compiuto l'avvolgimento della metà di questo numero di spire, facciamo uscire un cappio di filo ed avvolgiamo poi la seconda metà. Questo avvolgimento ha cosí una presa intermedia (fig. **393**), che ci permette anche il prelevamento di 20 volt.

Nel corpo della bobina completamente avvolto infiliamo di nuovo, uno dopo l'altro, tutti i lamierini e riavvitiamo nel modo primitivo il pacco di lamierini, facendo bene attenzione che nessun filo venga preso o danneggiato dai lamierini. Siccome, per motivi di sicurezza, monteremo il trasformatore entro una cassettina di legno, non abbiamo alcun bisogno di saldare i raccordi dell'avvolgimento su una morsettiera. Basterà eseguire, come a figura **394**, cinque fori del diame-

tro di 4 mm in una delle pareti della cassettina e fissarvi cinque morsetti universali che possiamo acquistare nei negozi d'accessori radio. Il legno ben asciutto è un materiale isolante assolutamente sufficiente per le nostre tensioni secondarie; possiamo però avvitare, al posto di questa parete di legno, una piastra di masonite o simile. Inchiodiamo sul fondo della cassettina una lastra di lamiera e su di essa fissiamo, per mezzo di viti, il trasformatore.

Fissiamo ai morsetti universali le estremità degli avvolgimenti delle bobine secondarie. Attraverso la parete opposta eseguiamo un foro da 6 mm e facciamo passare per il medesimo l'estremità d'un cavo per corrente di forte intensità (cavo bipolare) della lunghezza di circa 2 m. A circa 5 cm dall'estremità facciamo un nodo e, per mezzo d'un morsetto da lampadario, uniamo le estremità dei fili, messe a nudo, alle estremità dell'avvolgimento primario corrispondenti alla nostra tensione luce (110 oppure 220 V). Chiudiamo la cassettina con un coperchio avvitato.

Una volta inserita la spina in una presa della rete luce, la nostra sorgente di corrente alternata è pronta per l'uso. Finché non preleviamo corrente dai morsetti secondari, il consumo di corrente del trasformatore è trascurabile. È però ugualmente consigliabile l'applicazione d'una lampadina di controllo da 4 V, per rammentarci di sfilare la spina dalla presa ad esperimenti ultimati. Il portalampada, che collegheremo naturalmente ai morsetti da 4 V, lo avvitiamo dall'interno sopra un foro di corrispondente misura nella parete anteriore, in modo che la lampadina possa venire avvitata dall'esterno e sia ben visibile. I morsetti universali consentono tanto il fissaggio di fili, quanto l'inserimento di spine a banana, il che riesce molto comodo per il raccordo a vari conduttori.

Con questo trasformatore si possono compiere, non soltanto grazie alle sue correnti di maggiore intensità (fino a 3 A, a seconda del tipo), ma anche grazie alle maggiori tensioni, molti esperimenti che non sono possibili con le batterie tascabili.

Lampada ad arco.

Sul trolley e sull'archetto di contatto d'un tram o d'una elettromotrice od anche quando si distacca un bollitore od un ferro elettrico, si vede molte volte un arco luminoso di colore blu, accompagnato da un caratteristico sibilo o sfrigolio. La corrente tende infatti a farsi un ponte attraverso l'aria e per effetto di ciò i conduttori si riscaldano molto fortemente in corrispondenza dell'interruzione. Se

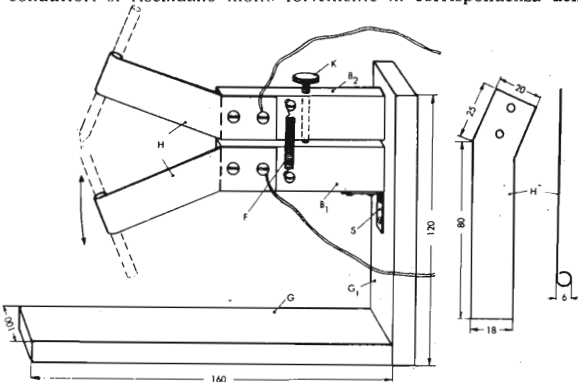



Fig. 395. La lampada ad arco di nostra costruzione; a destra: come si costruiscono i portacarbone.

nella posizione d'interruzione s'impiegano dei conduttori di carbone, questi si riscaldano alle loro estremità fino al calore bianco ed emettono una luce simile a quella solare. Per la sua grande intensità, questa « luce d'arco » trova impiego soprattutto per riflettori e per lampade da proiezione. La corrente del nostro avvolgimento da 40 V è di potenza sufficiente a mantenere un arco elettrico (od arco voltaico) e perciò vogliamo ora costruire un modello semplice di lampada ad arco.

Per i nostri scopi sono sufficienti bastoncini di carbone da 5-6 mm di diametro e se non li troviamo presso l'elettricista potremo anche utilizzare, come ripiego, i bastoncini di carbone di batterie per lampade tascabili, appuntendoli in maniera conveniente. Piegando convenientemente un pezzo di robusta lamiera, costruiamo i portacarbone **H** illustrati a figura **395**, che fissiamo, come si vede nella figura, ognuno con due viti, su due aste di legno $\mathbf{B}_1$, $\mathbf{B}_2$ della sezione di circa mm 20×20. Al centro di $\mathbf{B}_2$ eseguiamo un foro trasversale del diametro di 3 mm, nel quale avvitiamo una vite con testa zigrinata **K**, con filettatura del diametro di 4 mm e della lunghezza di almeno 35 mm. Se noi giriamo ripetutamente la vite nei due sensi, questa si taglia da sé una controfilettatura nel legno. Si fissano questi due bracci $\mathbf{B}_1$, $\mathbf{B}_2$ su un'assicella $\mathbf{G}_1$, che avremo fissata, per mezzo di viti, all'assicella di base **G**. Il braccio $\mathbf{B}_1$ viene fissato in maniera mobile, per mezzo d'una cerniera avvitata **S**, mentre si fissa in maniera stabile il il braccio $\mathbf{B}_2$ su $\mathbf{G}_1$, circa 2 mm piú in alto, per mezzo di due viti. Infine avvitiamo su un lato di ognuno dei bracci di legno una vite e su queste due viti agganciamo una breve molla a spirale **F**, la cui tensione tira il braccio inferiore verso quello superiore. Infiliamo i carboni nelle estremità ricurvate a boccola dei portacarbone e regoliamo la curvatura delle boccole in modo da ottenere un raggio stretto. Quando si avvita piú a fondo la vite di registro **K**, la sua estremità preme contro il braccio inferiore $\mathbf{B}_1$ ed in tal modo possiamo allontanare lentamente la punta del carbone inferiore da quella del carbone superiore. Se, quando si svita **K**, le punte dei due carboni non s'incontrano esattamente, occorre eseguire un'adeguata correzione, curvando in conformità i portacarbone. I fili di collegamento vanno serrati ognuno sotto una vite dei portacarbone (tav. XXII).

Prima di mettere in funzione la nostra lampada ad arco, allontaniamo le punte dei carboni di circa 1 mm l'una dall'altra. Dopo aver collegato la lampada ai morsetti da 4 volt, portiamo, per un momento, le due punte a contatto fra loro, ma poi le allontaniamo subito lentamente, per mezzo della vite **K**. Dopo alcuni tentativi riusciremo ad ottenere un arco voltaico di luce relativamente intensa.

Per fare quanto sopra, ci metteremo un paio di occhiali da sole, per proteggere gli occhi dalla luce troppo viva. Siccome la distanza fra i carboni aumenta gradatamente per la bruciatura dei medesimi, l'arco voltaico si spegne dopo qualche tempo, se non provvediamo tempestivamente a riavvicinare le due punte per mezzo della vite **K**. Come qualsiasi scintilla elettrica, anche l'arco voltaico della nostra lampada provoca disturbi nella radioricezione. Le onde di disturbo si possono in gran parte smorzare, collegando a terra il nucleo del trasformatore e unendo fra loro (ossia « shuntando ») i raccordi della lampada ad arco con un condensatore di blocco della capacità di circa 0,1 μF.

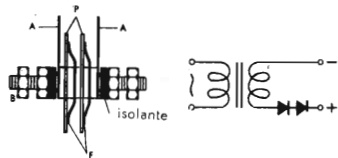



Fig. 396. Raddrizzatori a secco in collegamento a senso unico.

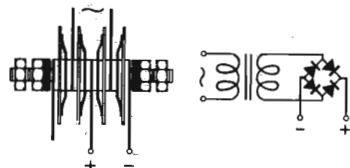



Fig. 397. Raddrizzatori in collegamento a ponte.

Raddrizzatori.

La corrente alternata non è adatta a molti scopi d'impiego, per esempio al caricamento di accumulatori, alla galvanizzazione, all'azionamento di motori a corrente continua ecc. Per questo è stata inventata una serie d'apparecchi che consentono di trasformare la corrente alternata in corrente continua. Il raddrizzatore maggiormente usato è il raddrizzatore a secco, che si compone di piú elementi a forma di piastra. Ogni elemento consiste in una piastra metallica **P** munita, su una faccia, d'un sottilissimo strato di protossido di rame o di selenio (fig. **396**). Una tale piastra ha la proprietà di lasciar passare la corrente soltanto nel senso metallo-selenio, mentre oppone una forte resistenza al passaggio in senso opposto. I singoli elementi sono infilati in maniera isolata su un bullone filettato **B** e la presa di corrente avviene dallo strato di selenio per mezzo delle molle di contatto **F**. Le linguette di lamiera **A** servono al collegamento. Siccome ognuno degli elementi può raddrizzare correnti alternate fino alla tensione di circa 30 V, per raddrizzare la corrente alternata da 40 V ci basterebbero due elementi collegati in serie. In questo « collegamento a senso unico » si utilizzano soltanto le correnti fluenti in una direzione e perciò il rendimento non è molto elevato. Dalla corrente alternata a 40 V otterremo una corrente continua a soli 16 V. Preferiremo perciò l'impiego d'un collegamento a ponte, come illustrato a figura **397**, col quale si utilizzano entrambi i sensi di flusso della corrente (semionde). In tal modo possiamo ottenere da una corrente alternata da 20 V, una corrente continua da circa 15 V, con la possibilità di prelevare dal raddrizzatore correnti d'intensità doppia rispetto al collegamento a senso unico. Raddrizzatori di questo tipo si trovano presso i negozi d'accessori radio. La potenza di corrente erogata dipende dalla grandezza delle piastre. Noi sceglieremo un tipo per carico massimo di 2 A.

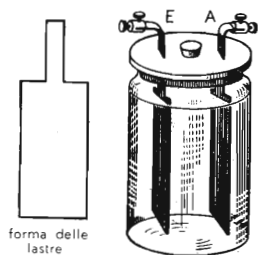



Fig. 398. Raddrizzatore elettrolitico; a sinistra: forma delle lastre.

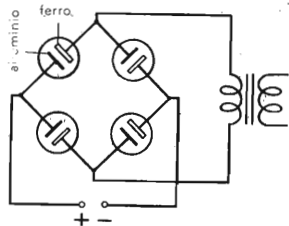



Fig. 399. Quattro elementi di raddrizzatore in collegamento a ponte.

Vi sono anche raddrizzatori a liquido, basati su un'azione elettrolitica e che possiamo facilmente fabbricare con mezzi nostri. Riempiamo d'acqua fino a metà un vaso di vetro per conserva, oppure un recipiente di vetro per accumulatori della capacità di circa 1/2 l e vi aggiungiamo bicarbonato di sodio fino a che l'acqua non ne scioglie piú; poi aggiungiamo un'uguale quantità d'acqua. Appendiamo nel recipiente una lastra di lamiera di ferro **E** ed una lastra di lamiera d'alluminio **A** d'uguale grandezza e ad ognuna di tali lastre avvitiamo un morsetto (fig. **398**). Affinché le lastre non si tocchino, approntiamo, per mezzo di due dischi di legno inchiodati l'uno sull'altro, un conveniente coperchio, nel quale eseguiamo due intagli per il passaggio delle strisce di lamiera, oltre ad un foro per un tappo e, prima di applicarlo, lo immergiamo in paraffina fusa.

Quando attraverso un tale elemento passa la corrente, questa decompone l'acqua in ossigeno ed idrogeno. Le bollicine d'ossigeno si formano dove entra la corrente, ossia sull'elettrodo positivo, mentre l'idrogeno si sviluppa sull'elettrodo negativo. Questa decomposizione del liquido si chiama elettrolisi. Quando è positivo l'alluminio, l'ossigeno si combina con l'alluminio formando ossido di alluminio in forma d'uno strato impermeabile alla corrente. Appena la corrente inverte la propria direzione, il suddetto strato torna a sciogliersi. La corrente viene quindi lasciata passare soltanto in una direzione, ossia raddrizzata; il ferro costituisce sempre il polo negativo. Se fabbrichiamo quattro di questi elementi e li colleghiamo a ponte, otterremo un raddrizzatore a doppia via (fig. **399**), in grado di raddrizzare corrente alternata fino al massimo di circa 35 V.

Accumulatori.

Una delle invenzioni piú importanti è l'accumulatore, che permette di accumulare corrente continua. Si può facilmente costruire un accumulatore al piombo con due lastre di lamiera di piombo e un vaso di vetro per conserva. Coliamo le lastre, dello spessore di circa 4 mm, in uno stampo di gesso ed eseguiamo attraverso le stesse il maggior numero possibile di fori da circa 5 mm, oltre ad un foro di 4 mm all'estremità della codetta. Nei fori di una delle lastre (lastra negativa) spalmiamo un denso impasto di litargirio (protossido di piombo) ed acido solforico diluito (1 parte d'acido solforico per 6 parti d'acqua) e nei fori dell'altra lastra (positiva) spalmiamo un impasto di minio ed acido solforico pure diluito. (Maneggiare con prudenza l'acido solforico, che è caustico. Per diluire l'acido versare sempre l'acido solforico nell'acqua e mai viceversa!).

Da un foglio di legno compensato ritagliamo un disco esattamente corri-

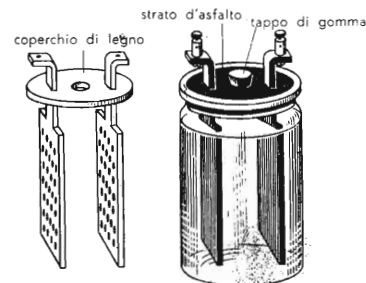
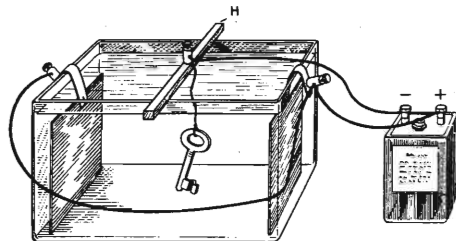



Fig. 400. Costruzione d'un accumulatore al piombo.

Fig. 401. Impianto semplice di galvanizzazione.

spondente al collo del vaso e nel centro del medesimo eseguiamo un foro da 10 mm e due intagli, a destra e a sinistra del foro, per il passaggio delle codette delle lastre. Immergendo il coperchio in paraffina fusa, lo rendiamo resistente all'acido. Dopo l'asciugamento delle lastre, infiliamo le codette attraverso gli intagli (fig. **400**); collochiamo il tutto nel vaso di vetro e ricopriamo il coperchio con uno strato d'asfalto fuso, dello spessore di 1 cm, chiudendo il foro con un tappo di legno. Dopo il raffreddamento, fissiamo ad ognuna delle codette ripiegate delle lastre di piombo un morsetto di collegamento e riempiamo il vaso con acido da accumulatori (acido solforico chimicamente puro, diluito 1 : 10), fino ad 1 cm sotto il coperchio. Alla chiusura del foro serve un tappo di gomma recante al centro un foro passante per l'uscita del gas.

Se adesso colleghiamo una sorgente di corrente continua da 3-4 V all'elemento (polo positivo collegato alla lastra con l'impasto di litargirio), la corrente trasforma, per elettrolisi, il litargirio in piombo puro (grigio scuro) ed il minio in biossido di piombo (bruno scuro). Due lastre cosí trasformate agiscono come una pila galvanica, ossia erogano corrente. Intanto la trasformazione chimica retrocede fino al ristabilirsi della situazione primitiva, sicché si deve ricaricare l'accumulatore.

La tensione d'un elemento è di circa 2 V e perciò la corrente di ricarica deve essere un poco maggiore (circa 3 V per elemento). Se questa corrente è molto elevata, occorre annullare l'eccesso di tensione con una resistenza preinserita, altrimenti sulla lastra si sviluppa il gas in modo cosí violento da espellere in breve l'impasto dai fori e curvare le lastre, sicché può prodursi un corto circuito. Col nostro trasformatore e con un raddrizzatore possiamo facilmente ricaricare dalla rete luce fino a 5 elementi di questo tipo collegati in serie. Quanto maggiore è la frequenza di scaricamento e ricaricamento degli elementi, tanto maggiore è il consumo di corrente. Il caricamento va interrotto non appena si produce un forte sviluppo di gas. Allo stesso modo degli elementi di batteria, possiamo collegare in parallelo anche gli accumulatori, quando si debbano prelevare correnti d'intensità molto grandi.

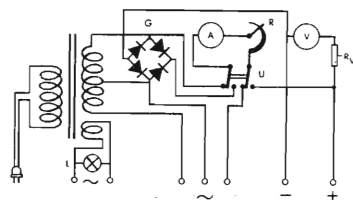



Fig. 402. Schema di collegamento del nostro quadro di commutazione.

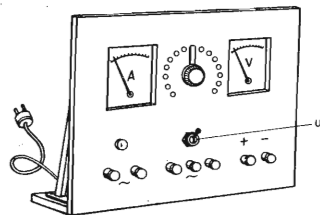



Fig. 403. Il nostro quadro di commutazione, visto dal davanti.

Impianto di galvanizzazione.

Come abbiamo già visto, la corrente elettrica decompone l'acqua nei suoi elementi chimici. Se facciamo passare la corrente attraverso soluzioni di sali metallici, per esempio solfato di rame, solfato di nichel, sali d'argento e d'oro, il metallo contenuto nei sali si deposita sul polo negativo (catodo), mentre si scioglie il metallo del polo positivo (anodo). Pertanto, se appendiamo al polo negativo un oggetto metallico, entro una soluzione di solfato di rame, e colleghiamo il polo positivo della sorgente di corrente ad una lastra di lamiera di rame immersa nella stessa soluzione, l'oggetto si riveste d'un sottile strato di rame. Tale strato diventa tanto piú spesso, quanto piú a lungo lasciamo agire la corrente. Allo stesso modo possiamo nichelare un oggetto, utilizzando come anodo una lastra di lamiera di nichel e come « elettrolito » una soluzione di solfato di nichel.

Un impianto semplice di galvanizzazione è illustrato a figura **401**. In una piccola vasca di vetro — basta anche un vaso da conserva di misura grande — appendiamo a due pareti contrapposte rispettivamente una lastra di lamiera di rame dolce della misura di circa 10 × 15 cm e dello spessore di 1 mm, servendoci a tale scopo di strisce di lamiera inchiodate, alle cui estremità fissiamo dei morsetti (con l'impiego di due anodi, la ramatura riesce piú uniforme). Una robusta bacchetta di legno **H**, con un morsetto, serve ad appendere l'oggetto con un corto filo di rame sottile. Si collegano gli anodi con un filo di rame piú grosso e si raccordano al polo positivo d'una sorgente di corrente continua da 2-4 V; il morsetto centrale viene raccordato al polo negativo. Come elettrolito serve una soluzione di 200 g di solfato di rame e 35 g d'acido solforico per ogni litro d'acqua. Prima di appenderli, si dovranno accuratamente sgrassare gli oggetti, sfregandoli con bianco di spagna ed acqua.

Per la nichelatura, gli anodi dovranno essere di lamiera di nichel ed il bagno dovrà esseer preparato con una soluzione di 50 g di solfato di nichel e 25 g di cloruro d'ammonio per ogni litro d'acqua. La giusta lucentezza degli oggetti ramati o nichelati si ottiene soltanto mediante lucidatura.

Costruiamo un quadro di commutazione.

Quando compiamo i nostri esperimenti, riesce molto scomodo dover eseguire ogni volta i raccordi e i collegamenti dei vari apparecchi e delle varie sorgenti di

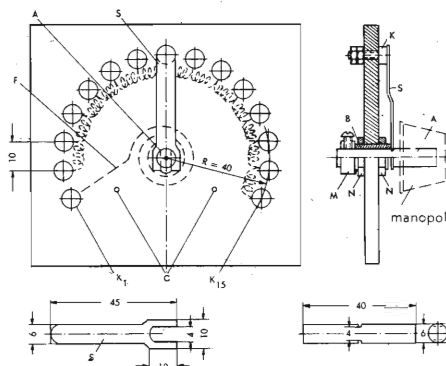



Fig. 404. Resistenza regolabile: vista anteriore (a sinistra); vista laterale, per metà in sezione (a destra); contatto scorrevole e perno (in basso).

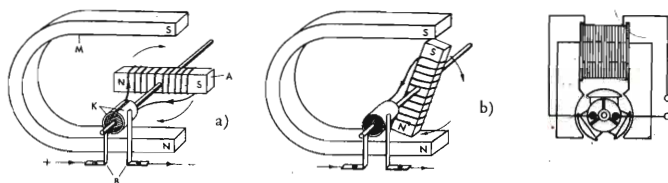



Fig. 405. Principio del motore elettrico.

Fig. 406. Motore elettrico con indotto tripolare ed elettromagnete collegati in serie.

corrente elettrica. Ci costruiremo perciò un quadro di commutazione, che renda possibile il conseguimento e la misurazione delle varie correnti e tensioni, nonché la facile commutazione dalla corrente continua alla corrente alternata e viceversa. A figura **402** vediamo lo schema di collegamento ed a fig. **403** vediamo il quadro di commutazione completo.

Il trasformatore di rete, l'amperometro, il voltmetro ed il raddrizzatore **G** sono quelli già precedentemente descritti. Per mezzo del commutatore **L** possiamo inserire, a scelta, l'amperometro e la resistenza regolabile **Rv** nella linea di corrente alternata od in quella di corrente continua, mentre il voltmetro rimane collegato permanentemente ai morsetti della corrente continua.

Come pannello frontale, impiegheremo una lastra di masonite da 5 mm di spessore e della misura di circa cm 25 × 35. Costruiremo noi stessi, seguendo la figura **404**, l'inseritore a gradini per la resistenza regolabile **Rv** e lo monteremo direttamente sul pannello frontale. Al centro del pannello eseguiremo 15 fori del diametro di 3,5 mm per le viti di contatto $\mathbf{K}_1$-$\mathbf{K}_{15}$ ed al centro di questo cerchio di fori eseguiremo un foro da 10 mm per il tubetto **B**, funzionante come arresto. Per eseguire il contatto scorrevole **S**, ritaglieremo un lamierino elastico d'ottone dello spessore di 0,5 mm e per il perno **A** ci varremo d'un tondino d'ottone da 6 mm. Nel perno eseguiamo con la sega da metallo due intagli contrapposti, mettiamo a posto l'estremità a forchetta del contatto scorrevole e la fissiamo con lo stagno. Adesso fissiamo le quindici viti di contatto (p. es. viti da 3,5 mm con testa zigrinata), infiliamo il perno attraverso la boccola avvitata e lo fissiamo con un anello di serraggio **M**. L'estremità del contatto scorrevole deve ora scorrere elasticamente sulle teste delle viti. Sul perno fissiamo una manopola per apparecchio radio. Due viti **C** da 3 mm, avvitate dal lato posteriore, formano l'arresto del contatto scorrevole in entrambe le sue posizioni terminali.

Per la resistenza prendiamo un filo smaltato di nichelina della lunghezza di 10 metri e del diametro di 0,25 mm, che ha una resistenza complessiva di circa 100 ohm. Avvolgiamo tale filo su una conveniente spina per ottenere una spirale del diametro di circa 1 cm (circa 350 spire). Dividiamo questa spirale, senza tagliarla, in 14 parti uguali ed agganciamo progressivamente il filo — per esempio ogni 25 spire — alle viti di contatto $\mathbf{K}_1$-$\mathbf{K}_{15}$. Naturalmente, in questi punti d'agganciamento si dovrà raschiar via lo smalto per mettere a nudo il filo. Sull'anello di serraggio saldiamo un pezzo di treccia isolata, che colleghiamo a $\mathbf{K}_1$. Il raccordo del regolatore si fa su $\mathbf{K}_1$ e $\mathbf{K}_{15}$.

Dopo aver eseguito i fori per i sette morsetti di raccordo per il commutatore **L**, gli strumenti di misura e la lampadina **La**, fissiamo il pannello frontale, per mezzo di squadrette metalliche, su un'assicella di base e fissiamo ed avvitiamo le altre parti. Ampliamo il campo di misura del voltmetro mediante preinserimento d'una resistenza radio acquistata **Rv**, da 2000-3000 ohm su una deviazione

di 20 V ed il campo di misura dell'amperometro mediante collegamento in parallelo d'un filo di resistenza (vedi pag. **189**) su 2 A di deviazione totale. Se vogliamo fissare gli strumenti di misura a tergo del pannello frontale, il che riesce piú elegante, occorre eseguire nel pannello convenienti intagli per le scale graduate (fig. **403**).

Motore elettrico e dinamo.

Gli effetti magnetici della corrente elettrica vengono ingegnosamente utilizzati nel motore elettrico. Il principio fondamentale è rappresentato a figura **405**. Fra i poli d'un magnete **M** a ferro di cavallo è montato girevole l'indotto, costituito da un pezzo di ferro dolce **A** munito d'un avvolgimento di filo, i cui estremi sono uniti per mezzo di due mezzi tubi metallici **K** fissati sul perno e costituenti il commutatore o collettore. Se attraverso le spazzole **B**, che strisciano sul collettore, si fa passare una corrente per l'avvolgimento dell'indotto (**a**), l'indotto diventa un magnete a sbarra, i cui poli vengono attirati dai poli di segno opposto del campo magnetico, sicché l'indotto viene fatto girare nel senso della freccia. Siccome il collettore partecipa a tale rotazione, ognuna delle spazzole va a posarsi sull'altro segmento del collettore non appena l'indotto è in posizione verticale e l'avvolgimento dell'indotto viene attraversato dalla corrente in senso opposto (**b**). In tal modo s'invertono anche i poli dell'indotto, i quali vengono ora respinti dai poli di segno uguale del campo magnetico, sicché la rotazione prosegue.

Un tale motore avrebbe l'inconveniente di mettersi in moto da solo se l'indotto è in posizione verticale. Perciò s'impiega, per piccoli motori, un indotto tripolare, e per motori piú grandi un indotto a tamburo. Non vale la pena di costruire da soli un motorino per l'azionamento di modelli d'imbarcazione o di autoveicoli, dato che tali motorini, il cui senso di rotazione può venire invertito mediante semplice commutazione dei fili di collegamento, si trovano in commercio, fino alle piú piccole misure, a prezzo molto conveniente.

Un motore di questo tipo non può funzionare con corrente alternata. Se invece del magnete permanente usiamo un elettromagnete composto di lamierini, collegandone l'avvolgimento in serie con le spazzole dell'indotto, otteniamo un motore funzionante anche con corrente alternata (fig. **406**). Con lamierini di campo e d'indotto, possiamo costruirci un potente motorino di questo tipo.

Per l'indotto ci occorrono 20 lamierini, che si fissano su un albero **W** di tondino d'acciaio da 4 mm (fig. **408**). Per evitare correnti parassite, si verniciano dapprima i lamierini, poi si infilano sull'albero e si fissano con due ranelle **Ra**. (Quando si fissano le ranelle con lo stagno, serrare il pacco di lamierini nella morsa parallela). Due tubetti distanziatori $\mathbf{R}_1$ - $\mathbf{R}_2$ d'ottone, con diametro interno di 4 mm e diametro esterno di 5 mm, infilati sull'albero, lo fissano fra i sup-

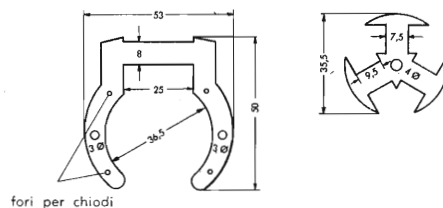



Fig. 407. Lamierini di campo e d'indotto.

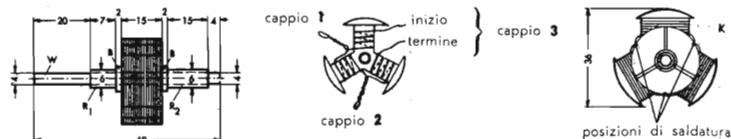



Fig. 408. A sinistra: L'indotto completo, senza avvolgimento. Al centro: Come si avvolge l'indotto. A destra: Come dev'essere collocato il collettore sull'albero.

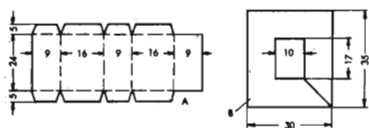



Fig. 410. Costruzione del corpo della bobina.

Fig. 409. Magnete di campo con corpo della bobina.

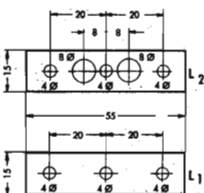



Fig. 411. Coperchi di cuscinetti (a sinistra), spine e tubetti distanziatori (al centro), squadretta di montaggio (a destra).

porti. A scopo d'isolamento, rivestiamo le scanalature dell'indotto di carta da lettera incollata, e avvolgiamo su ognuno delle anime dell'indotto circa 200 spire di filo di rame da 0,3 mm con isolamento di smalto. Dopo ogni avvolgimento si ritorce il filo, formando un cappio; le due estremità unite formano il terzo cappio. Allarghiamo ora il foro del collettore piatto **K**, in modo che il collettore si adatti strettamente su $\mathbf{R}_2$, lo infiliamo in posizione e saldiamo gli estremi dei cappi, dopo averli scoperti, sul bordo delle tre lamelle di rame. Gli intagli del collettore debbono avere la posizione risultante dal disegno.

Componiamo il magnete di campo con quindici lamierini, che verniceremo ed uniremo con spine di filo d'ottone temperato da 2 mm (fig. **409**). Il corpo della bobina si costruisce mediante intaglio ed incollatura d'un foglio di presspan, come illustrato a figura **410**. Si avvolge la bobina con 300 spire di filo smaltato da 0,6 mm. I coperchi **L** dei supporti si eseguono in piattina d'ottone da 3 mm di spessore e si fissano al magnete di campo con due spine passanti **H** e coi relativi dadi. I tubetti d'ottone infilati $\mathbf{R}_1$, $\mathbf{R}_2$ mantengono la necessaria distanza (fig. **411**). Quattro squadrette d'ottone **M**, pure fissate con viti, servono al montaggio del motore su un'assicella di base (fig. **412**).

Sul coperchio del supporto dalla parte del collettore avvitiamo i portaspazzole (fig. **413**). I manicotti non debbono avere alcun contatto col supporto. Dopo l'introduzione di convenienti spazzole di treccia di rame oppure di carbone, con le

relative molle d'accostamento, il motore è pronto. Un estremo dell'avvolgimento del magnete di campo viene collegato ad uno dei portaspazzole; il raccordo di corrente avviene sull'altro estremo dell'avvolgimento di campo e sul secondo portaspazzole. Invertendo i raccordi del magnete di campo, si può invertire il senso di rotazione. Il motore funziona con corrente alternata da 10-15 V oppure con corrente continua da 4-10 V.

Fig. 412. Il motore finito visto di lato.

I motori di tipo piú grande sono muniti di indotti a tamburo, nei quali i fili sono avvolti in scanalature sul contorno dell'indotto. Questi sono alquanto piú potenti degli indotti tripolari.

Fig. 413. Il motore visto in pianta (un cappuccio del portaspazzole è stato svitato).

Dinamo. Se facciamo ruotare rapidamente l'albero dell'indotto d'un motore con magnete permanente, per esempio per mezzo d'una trasmissione a cingolo, valendoci di una grande puleggia a manovella, le linee di forza del magnete di campo attraversano il ferro dell'indotto in senso alternato. Pertanto nei conduttori dell'indotto vengono indotte correnti alternate, che vengono raddrizzate dal collettore e possono venire prelevate dalle spazzole come corrente continua: il motore si è trasformato in una dinamo. Questo esperimento si può compiere ottimamente con un micromotore d'acquisto ed anche col motorino precedentemente descritto. In quest'ultimo caso, però, dovremo collegare l'avvolgimento del magnete di campo ad una sorgente di corrente continua da 2 V, per produrre il necessario campo magnetico.

I generatori (di corrente alternata) impiegati nelle centrali elettriche hanno naturalmente aspetto completamente diverso. La loro struttura è simile a quella d'una dinamo per bicicletta. In quest'ultima, l'ancora che fa girare gli avvolgimenti indotti rimane ferma, mentre il magnete di campo è conformato a ruota polare e gira all'interno dello statore. Questa disposizione ha il vantaggio che si può prelevare dall'avvolgimento fisso dell'indotto la corrente prodotta. Nei grandi generatori la ruota polare non è un magnete permanente, bensí un elettro-magnete con avvolgimenti d'eccitazione ai quali viene addotta la necessaria corrente continua attraverso due anelli striscianti. Gli avvolgimenti dello statore sono generalmente eseguiti in modo da produrre correnti alternate con tensioni rincorrentisi nel tempo (ossia con ritardo di fase). Mediante conveniente concatenamento di queste tre correnti si produce una corrente trifase le cui tre fasi vengono immesse nella rete d'utilizzazione attraverso tre conduttori. Si ha cosí la possibilità di prelevare dalla rete tensioni di differente valore a seconda del bisogno, e di distribuirne il carico piú regolarmente. Inoltre la corrente trifase ha reso possibile la costruzione di motori a corrente alternata molto piú potenti.

VII. RADIOTECNICA

Non vi è forse nessuna invenzione che abbia un aspetto piú fantastico della radio e della televisione. Usando come bacchetta magica una semplice manopola, facciamo entrare nella nostra stanza la musica proveniente dai piú diversi paesi, od ascoltiamo un lavoro teatrale che viene recitato alla distanza di centinaia od anche di migliaia di chilometri, potendo persino vederne gli attori sullo schermo del nostro televisore.

Già piú d'una sessantina d'anni fa gli scopritori delle onde elettriche, il fisico tedesco Hertz (1889) e successivamente l'italiano Marconi (1897), avevano eseguito esperimenti di telegrafia senza fili su brevi distanze. Vent'anni piú tardi vi erano già innumerevoli trasmettitori telegrafici sparsi per tutto il mondo. Tali trasmettitori producevano le onde trasmesse per mezzo di scintille elettriche. A quel tempo l'unico apparato radioricevente conosciuto era il ricevitore a detector e perciò la portata dei trasmettitori era relativamente piccola. Soltanto l'invenzione delle valvole amplificatrici (valvole elettroniche) ha dischiuso alla radiotecnica possibilità insospettate, che hanno portato, attraverso tutta una serie di altre invenzioni, allo stato attuale delle radiocomunicazioni.

Ma la radiotecnica possiede molte altre meraviglie, di cui non abbiamo che raramente occasione di fare la conoscenza. Il misterioso radar, che nell'oscurità e nella nebbia indica la via agli aeroplani e alle navi, la guida a distanza di aerei senza pilota e di razzi cosmici, cervelli elettronici che eseguono con incredibile rapidità i piú complessi calcoli matematici, occhi elettronici che contano le merci, inseriscono e disinseriscono i semafori stradali, oppure danno l'allarme in caso d'effrazione, il film sonoro, il magnetofono ed il disco fonografico microsolco hanno potuto raggiungere l'attuale grado di perfezione soltanto grazie alla radiotecnica e all'elettronica.

Già trentacinque anni or sono, quando la radiotecnica era ancora ai primi passi, milioni di radioamatori costruivano con propri mezzi i loro ricevitori, dal semplicissimo apparecchio a galena all'apparecchio a 10 valvole. Si era ben presto scoperto che le radio-onde corte hanno portata molto maggiore di quelle lunghe. Molti dilettanti entusiasti si misero a fabbricare anche trasmettitori ad onde corte, per inserirsi, con altri colleghi, nel traffico delle radiocomunicazioni, anche oltre gli oceani, compiendo con i loro tentativi una preziosa opera d'avanscoperta. Anche attualmente vi sono dilettanti delle onde corte che siedono ogni sera davanti ai loro apparecchi ed aspettano la chiamata d'un loro lontanissimo confratello. E non è raro il caso che questi dilettanti sentano per primi il segnale di S.O.S. d'una radiotrasmittente a scintilla ed inoltrando immediatamente il segnale captato contribuiscano a salvare delle vite umane.

La costruzione d'un trasmettitore da dilettante non è difficile. Però se vogliamo metterlo in funzione dovremo superare un severo esame e limitare la trasmissione a lunghezze d'onda ben determinate. Se, infatti, ognuno potesse costruire e far funzionare un trasmettitore, le innumerevoli onde si disturberebbero a vicenda e nessuno riuscirebbe ad udire qualcosa di utile.

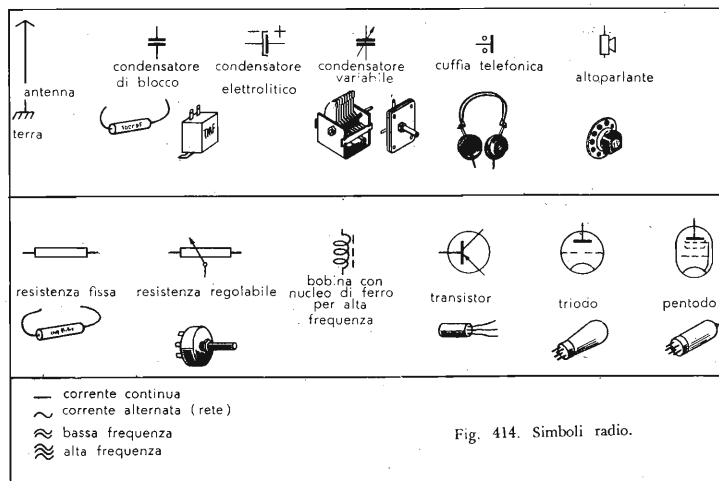
La costruzione con mezzi propri di radio-ricevitori di grandi dimensioni, che prima era non soltanto interessante, ma anche conveniente, ha ormai perso gran parte del suo fascino, dato il costo limitato degli attuali apparecchi di produzione industriale. Prescindendo da ciò, una tale attività richiede estese cognizioni di radiotecnica, che non siamo in grado di rendere accessibili entro i limiti di questo nostro lavoro. Viceversa la costruzione di piccoli ricevitori con alimentazione a batteria, per viaggio e per campeggio, è ancora conveniente e non presenta per il principiante i pericoli che potrebbero derivare dalla costruzione di grandi apparecchi con alimentazione dalla rete luce. Gli apparecchi a valvole e a transistor, che ci accingiamo ad esaminare, possono essere fabbricati senza difficoltà e con spesa relativamente bassa e servono ad iniziare il principiante agli elementi fondamentali della radiotrasmissione. Come vedremo in seguito, abbiamo anche la possibilità di costruire dispositivi supplementari per ricevitori già esistenti, come un impianto d'ascolto o un impianto di contro-trasmissione. Chi s'interessi ai telecomandi per via radio troverà alla fine di questo capitolo cenni relativi alla struttura ed al funzionamento di tali apparati.

Simboli ed unità di misura dei circuiti radio.

Anche nei circuiti radio vi sono simboli che occorre conoscere per poter leggere uno schema elettrico. Tali simboli sono raggruppati nella figura **414**, a completamento di quelli già contenuti nel capitolo relativo all'elettrotecnica.

Le unità di misura impiegate nella radiotecnica e le relative abbreviazioni sono le seguenti:

1 megaohm = 1 milione di ohm = 1 MΩ
1 chiliohm = 1000 ohm = 1 k
1 milliampere = 0,001 A = 1 mA
1 millivolt = 0,001 V = 1 mV
1 microfarad = 1 milione di picofarad = 1 μF
1000 picofarad = 1 n
1 chilohertz = 1000 Hz = 1 kHz

Fig. 414. Simboli radio.

Che cosa sono le onde elettriche?

Parlando di elettrotecnica, abbiamo fatto la conoscenza della corrente alternata, del modo di produrla e delle sue caratteristiche ed abbiamo sentito che la corrente alternata della nostra rete luce varia cento volte al secondo la sua direzione. Non è facile farsi un'idea chiara d'una tale corrente e cercheremo di arrivarci per via indiretta.

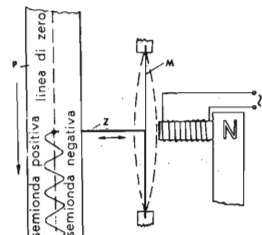
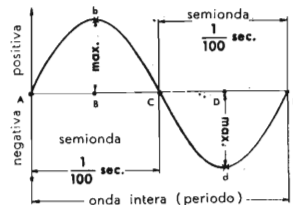



Fig. 415. Tracciato d'una tensione alternata.

Fig. 416. Andamento della tensione di un'oscillazione di corrente alternata a 50 periodi.

Supponiamo d'aver costruito un grandissimo ricevitore telefonico, con avvolgimento magnetico talmente forte da poterlo allacciare direttamente ad una tensione alternata di 220 V (fig. **415**). Immaginiamo d'aver fissato al centro della membrana **M** una matita **Z**, la cui punta tocchi il centro d'un nastro di carta **P**. Se facciamo scorrere questo nastro di carta in direzione della freccia, con velocità costante, la matita traccerà, a membrana immobile, una retta, che, nella figura è indicata come linea di zero. Non appena, però, l'avvolgimento magnetico venga allacciato ad un generatore di corrente alternata, la matita oscillerà verso sinistra e verso destra seguendo le vibrazioni della membrana e traccerà sul nastro di carta una linea ondulata che fornisce un'immagine esatta dell'andamento della tensione. A figura **416** abbiamo riportato, in scala ingrandita, una parte di questa linea ondulata. Durante un centesimo di secondo la tensione è cresciuta dal valore 0 (punto **A**) fino al valore massimo (punto **b**) ed è poi ricaduta a zero (punto **C**). Durante il successivo centesimo di secondo, la tensione è di nuovo salita fino ad un massimo (punto **d**) e ritornata a zero (punto **E**). Siccome, però, durante il secondo centesimo di secondo la direzione della corrente si è invertita, la matita ha tracciato questa seconda semionda sull'altro lato della linea di zero. La prima semi-onda si può designare, per es., come semi-onda positiva e l'altra come semi-onda negativa e le due semi-onde formano un'onda intera, un'oscillazione od un periodo. Siccome la nostra corrente di rete attraversa 50 di tali periodi al secondo, la sua frequenza (numero di periodi al secondo) è pari a 50. Affinché queste espressioni nuove non ci confondano, ricordiamo che le parole oscillazione, periodo, onda, ed anche l'unità chiamata hertz (abbreviata in Hz), dal nome dello scopritore delle onde elettriche, significano tutte la stessa cosa. La frequenza è invece il numero delle oscillazioni compiute da una corrente alternata in un secondo.

Nel capitolo dedicato all'elettrotecnica, abbiamo visto che un conduttore attraversato da una corrente alternata induce correnti alternate di uguale frequenza in conduttori vicini. Tuttavia la portata di questo effetto a distanza non supera quella delle linee di forza o rispettivamente del campo di forza prodotto dalla corrente. Ed ecco ora una cosa strana: se si producono correnti alternate di frequenza molto grande — per esempio di 100.000 Hz ed oltre — le oscillazioni si svincolano dal conduttore ed attraversano l'etere con la velocità di 300.000 km al secondo (velocità della luce). Queste oscillazioni si espandono, in generale, in tutte le direzioni ed attraversano anche la materia solida, quando questa non sia di metallo. (Molte volte le onde radio non vengono espresse con la loro frequenza [numero di oscillazioni], bensí con la lunghezza d'onda.

Siccome $\text{Lunghezza d'onda} = \dfrac{\text{Velocità della luce [in metri]}}{\text{Frequenza}}$, ad una frequenza, per esempio, di 500.000 periodi al secondo corrisponde una lunghezza d'onda di $\dfrac{300.000.000}{500.000} = 600$ m).

Circuito oscillante e risonanza.

Queste oscillazioni o campi di forza d'alta frequenza sono dunque le onde radio emesse dai radiotrasmettitori. Se queste onde incontrano un conduttore, esse vi inducono una tensione alternata, che è tuttavia talmente piccola da non poter venire praticamente utilizzata. Ci viene però in aiuto un fenomeno della radiofisica: la risonanza elettrica. Se rivolgendoci verso la cassa armonica d'un pianoforte o d'un altro strumento a corde emettiamo ad alta voce una nota qualsiasi, alcune delle corde si mettono a vibrare, e precisamente quelle corde che sono intonate sulla stessa nota e che, se percosse, producono una nota di uguale numero di vibrazioni. Questo fenomeno si chiama risonanza ed il numero di vibrazioni che provoca la risonanza d'un corpo è la sua frequenza propria o frequenza di risonanza. Anche per l'elettricità vi sono strutture capaci di oscillare e sono i cosí detti circuiti oscillanti, suscettibili di essere portati in situazione di risonanza elettrica. Un tale circuito oscillante è costituito da una bobina e da un condensatore, collegati in derivazione od in parallelo. Siccome nella costruzione di ricevitori s'impiega, nella maggior parte dei casi, il collegamento in parallelo, prenderemo le mosse da questo.

Che cosa è un condensatore? Esso è costituito da due o piú piastre metalliche (armature) contrapposte a breve distanza e reciprocamente separate dall'aria o da una conveniente sostanza isolante (mica, carta paraffinata, bachelite ecc.) (fig. **417**). Se ai pacchetti di lastre metalliche si applica una tensione continua, essi si caricano e, quando si chiudono i poli in corto circuito, cedono in una frazione di secondo tutta l'elettricità accumulata. Nei condensatori di grandi dimensioni questa scarica avviene in forma di rumorosa scintilla, se la tensione di carica era sufficientemente alta. La capacità d'accumulazione, o brevemente capacità, d'un condensatore dipende dalla misura delle armature e si esprime in microfarad (μF) od in picofarad (pF), in cui 1 μF corrisponde a 1.000.000 pF; 0,1 μF corrisponde a 100.000 pF e cosí via.

Se ad un condensatore carico colleghiamo una bobina di filo, il condensatore si scarica attraverso la bobina, producendo un campo di forza, il quale provoca, per autoinduzione, una controtensione nella bobina. Per effetto di ciò, la bobina diventa, a sua volta, un generatore di corrente e ricarica il condensatore scaricato, e precisamente in senso opposto (fig. **418**). In tal modo l'energia pendola avanti ed indietro fra la bobina ed il condensatore, finché non sia stata consumata dalle perdite per resistenze ecc. Ogni pendolamento nei due sensi richiede naturalmente un certo tempo, tanto maggiore, quanto maggiore è la capacità del condensatore, ossia la quantità d'elettricità inizialmente accumulata, e quanto maggiore è l'autoinduzione della bobina o rispettivamente il suo numero di spire.

Se ad un tale circuito oscillante applichiamo una tensione alternata la cui inversione di direzione avvenga esattamente con lo stesso « ritmo » del pendolamento dell'energia (frequenza di risonanza), attraverso il circuito oscillante non vi è piú passaggio di corrente all'esterno. La resistenza del circuito alla corrente alternata è dunque diventata infinitamente grande e questa « risonanza » ci permette di captare le onde, come vedremo qui di seguito.

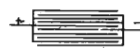



Fig. 417. Condensatore.

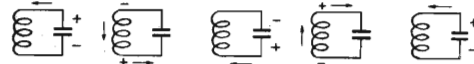



Fig. 418. Il pendolamento dell'energia elettrica fra il condensatore e la bobina.

Fig. 419. Circuito oscillante con antenna e collegamento alla terra.

Allo scopo suddetto, utilizzeremo un conduttore teso nella posizione piú alta possibile, ossia un'antenna aerea, e nella diramazione della stessa verso la terra inseriremo un circuito oscillante (fig. **419**). Se la frequenza dell'onda captata corrisponde alla frequenza di risonanza del circuito oscillante, quest'ultimo forma, per l'alta frequenza, una resistenza infinitamente grande. Come in ogni circuito elettrico, la tensione massima corrisponde alla massima resistenza che, nel nostro caso, è data dai due punti d'allacciamento **A-B** del circuito oscillante. Abbiamo cosí preso due piccioni con una fava: ricaviamo la massima energia possibile dall'antenna ed allo stesso tempo precludiamo alle onde d'alta frequenza la via al nostro apparato ricevente. Infatti per queste onde parassite, che vengono assorbite contemporaneamente dall'antenna, il circuito oscillante non rappresenta una resistenza cosí elevata, sicché le stesse provocano agli estremi del circuito oscillante soltanto tensioni piccolissime e quindi inefficaci.

Se usiamo un condensatore di capacità variabile, possiamo accordare il circuito oscillante, entro un determinato campo, su qualsiasi lunghezza d'onda a scelta. Un tale condensatore variabile è costruito in modo che uno dei pacchetti di armature della figura **417** possa essere fatto uscire — mediante rotazione — dall'altro. In tal modo, si può, per esempio, ridurre la capacità d'un condensatore variabile da 500 pF a 50 pF. Possiamo cosí separare, dalle innumerevoli onde raccolte simultaneamente dall'antenna, una determinata onda, cioè un'onda di determinata lunghezza a nostra scelta, rendendo cosí possibile una ricezione indisturbata.

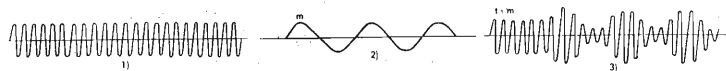



Fig. 420. Modulazione dell'onda portante; **1)** = onda portante; **2)** = frequenza acustica; **3)** = onda portante con frequenza acustica sovrapposta.

Come si trasmettono le onde acustiche.

Sappiamo dall'elettrotecnica che nel circuito d'un microfono si producono correnti alternate che corrispondono alle vibrazioni della voce e che possono essere ritrasformate in onde acustiche per mezzo d'un telefono. Queste correnti alternate di frequenza acustica si chiamano anche oscillazioni di bassa frequenza, perché il numero delle loro oscillazioni arriva al massimo a 20.000 al secondo ossia ad un valore basso rispetto alla frequenza delle onde radio (fino a 100.000.000!). A figura **420** abbiamo rappresentato: nella parte **1)** un treno d'onde d'alta frequenza (**t**), nella parte **2)** un treno d'onde di bassa frequenza (**m**). Supponiamo ora che nel circuito dell'apparato trasmittente **S** (fig. **421**), che genera le oscillazioni d'alta frequenza, sia inserita la bobina secondaria d'un trasformatore **MT**, la cui bobina primaria è collegata, attraverso un microfono **M**, ad una batteria **B**. Quando si parla nel microfono, si generano nella bobina secondaria tensioni alternate di frequenza acustica, che debbono rinforzare (amplificare) e smorzare le onde d'alta frequenza, esattamente con lo stesso ritmo della voce. Il trasmettitore **S** irradia pertanto un'onda alla quale si sommano le vibrazioni di frequenza acustica,

come illustrato a figura **420**, **III**. L'onda **t** si chiama onda portante, perché, in un certo senso, porta le frequenze acustiche e si dice che l'onda portante viene modulata con la frequenza acustica.

Quest'onda modulata, irradiata dall'antenna trasmittente, perviene ora all'antenna ricevente **A** (fig. **421**). Se quest'ultima è, per mezzo del circuito oscillante **L/C**, messa in risonanza sull'onda portante, avremo filtrato l'onda portante separandola dalle altre onde. Ci manca però ancora un mezzo per separare dall'onda portante la frequenza acustica, che è la sola che vogliamo rendere udibile. Quest'ultima operazione si compie per mezzo del rivelatore (o detector) **D**, collegato in derivazione con un telefono (cuffia) **T** ai punti **a-b**. Un tale rivelatore consisteva in passato in due metalli diversi, per esempio zincite e tellurio, oppure in un pezzetto di galena ed una spiralina di filo metallico (chiamata « baffo di gatto ») e premente contro la galena. Tali metalli, quando si tocchino liberamente, hanno la proprietà di raddrizzare le correnti alternate d'alta frequenza che li attraversano. Attualmente si usa, invece, un cristallo di germanio, contro il quale preme la punta d'un filo elastico di volframio (diodo al germanio). Questo rivelatore o raddrizzatore introdotto nel circuito d'alta frequenza lascia passare soltanto una semionda, per esempio la semionda positiva, dell'onda d'alta frequenza modulata (fig. **422**, **I**), sicché attraverso il telefono passa una corrente continua pulsante (fig. **422**, **II**). La membrana del telefono non può, però, a causa della sua inerzia, seguire i singoli impulsi di corrente; ma siccome tali impulsi, susseguendosi rapidamente, rinforzano la propria azione, essi agiscono sulla membrana almeno come se la corrente continua presentasse le oscillazioni indicate con la linea tratteggiata, il che è proprio quello che vogliamo ottenere. Questa curva della corrente non è infatti altro che la frequenza acustica riportata a figura **420**, **II**, con la quale abbiamo inizialmente modulato l'onda portante. Il telefono del nostro apparato ricevente riproduce pertanto le stesse onde acustiche che hanno colpito il microfono **M** dell'apparato trasmittente.

Prima di occuparci della costruzione di apparati riceventi, dobbiamo ancora intrattenerci piú dettagliatamente sugli elementi fondamentali d'un circuito oscillante, ossia la bobina d'induttanza ed il condensatore. Come già detto, il coefficiente d'autoinduzione od induttanza d'una bobina cresce col numero delle sue spire ed allo stesso tempo cresce anche la resistenza alla corrente alternata. Mentre, però, il coefficiente d'autoinduzione d'una bobina ha, a seconda del numero del diametro e della distanza delle spire, un valore determinato — che si esprime in henry — la resistenza d'una bobina alla corrente alternata dipende dalla frequenza della stessa corrente alternata ed è tanto maggiore quanto piú alta è la frequenza oppure — ed è la stessa cosa — quanto minore è la lunghezza d'onda. Pertanto per la ricezione d'onde brevissime (onde corte), bastano, come bobina, poche spire, mentre per la ricezione d'onde di maggiore lunghezza (onde medie e lunghe) occorrono bobine comprendenti da 50 spire ad alcune centinaia di spire.

Se nella cavità delle spire s'introduce un nucleo di ferro per alta frequenza, l'induttanza aumenta ad un multiplo. È pertanto possibile dare alle bobine un

Fig. 421. Come si trasmettono le onde acustiche.

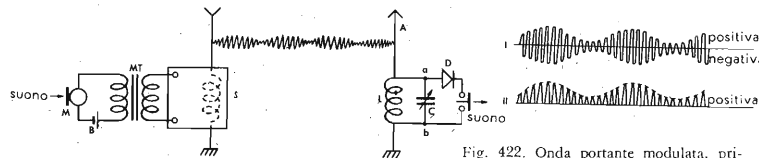



Fig. 422. Onda portante modulata, prima del raddrizzamento (parte **I**) e dopo il raddrizzamento (parte **II**).

diametro sensibilmente minore ed un numero alquanto minore di spire, per ottenere la stessa induttanza come con una bobina senza nucleo.

Ed ora parliamo del condensatore. Mentre un condensatore inserito in un circuito di corrente continua interrompe, dopo essersi caricato, il flusso di corrente, lo stesso condensatore lascia passare la corrente alternata, con maggiore o minore intensità. Piú precisamente la resistenza d'un condensatore alla corrente alternata è tanto minore quanto maggiore è la sua capacità e quanto piú alta è la frequenza della corrente alternata. Per esempio, un condensatore da 1 μF lascia liberamente passare correnti di bassa frequenza fino a 1000 Hz, mentre per correnti ad alta frequenza, da 500.000 Hz in su, un condensatore da 10.000 pF forma già un cortocircuito. I condensatori regolabili per onde medie (lunghezza d'onda di 200-600 m) impiegati in circuiti oscillanti hanno generalmente soltanto da 300 a 500 pF.

Oltre ai condensatori regolabili, ci occorrono anche condensatori fissi o di blocco, per i piú vari scopi: per bloccare correnti continue in circuiti di corrente alternata, per rettificare tensioni continue ondulate, per dissipare e rendere innocue tensioni alternate d'alta frequenza residue in circuiti di bassa frequenza ecc.

Oltre a questi condensatori semplici, vi sono anche condensatori elettrolitici, il cui funzionamento è basato sull'elettrolisi. Questi ultimi vengono fabbricati soltanto con grande capacità (fino a 1000 μF ed oltre) e debbono venire collegati soltanto a tensioni continue. I loro raccordi sono contrassegnati con + e —, perché, se raccordati in senso inverso, formano un corto circuito e si guastano. Vi sono anche condensatori elettrolitici per alta e bassa tensione, nei quali non si deve superare la tensione massima indicata sui medesimi.

Costruiamo un ricevitore a rivelatore.

Un ricevitore a rivelatore (o detector) è il piú semplice, il meno costoso e il meno ingombrante degli apparati di ricezione, perché non ha bisogno di generatori di corrente. Naturalmente con un tale ricevitore potremo ascoltare soltanto in cuffia, ma, come vedremo in seguito, aggiungendovi un amplificatore, potremo rendere possibile anche la ricezione in altoparlante.

La figura **423** rappresenta un collegamento essenzialmente simile all'apparato ricevente della figura **421**, con la differenza che la bobina **L** del circuito oscillante è munita di piú punti di frazionamento, affinchè il rivelatore **D** e l'antenna possano venire collegati ad un numero maggiore o minore di spire, onde ottenere il migliore volume di suono. Per la costruzione ci occorrono i seguenti particolari, che potremo comprare con poca spesa presso un negozio d'accessori radio:

1	condensatore variabile (**C**) da 500 pF, modello piccolo, ad aria od a dielettrico
1	manopola per il condensatore
10 m	filo rame da 0,2 mm rivestito di seta per la bobina **L** del circuito oscillante
1	diodo al germanio (**D**)
7	manicotti di presa
1	cuffia telefonica da 2000-4000 ohm
1	condensatore di blocco (**C_1**) da 2000 pF (facoltativo)
1	spina a banana
15 cm	treccia rame isolata
1	pannello di materia isolante (**F**) da mm 90×110 circa (dello spessore di 3 mm)
1	cassettina di legno, adatta al pannello frontale

In primo luogo prepariamo una cassettina di compensato della misura di mm 90×110 circa e della profondità di 25-30 mm, sulla cui apertura avviteremo un pannello di uguale misura. Come si vede a figura **425**, si eseguono in detto

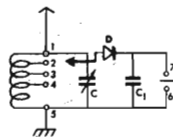



Fig. 423. Collegamento del ricevitore a rivelatore.

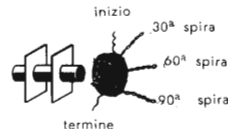



Fig. 424. Costruzione della bobina d'induttanza.

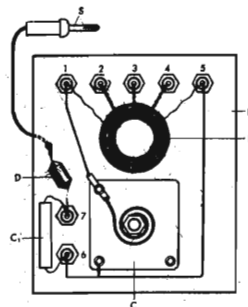



Fig. 425. Montaggio dei particolari (Pannello frontale visto dal di sotto).

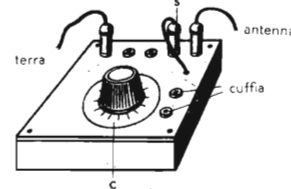



Fig. 426. Il ricevitore finito.

pannello sette fori da 6 mm per i manicotti da **1** a **7**, oltre ad un foro da 10 mm per il fissaggio del condensatore variabile **C**.

Per la bobina **L** avvolgiamo un filo di rame da 0,2 mm rivestito di seta su un'anima di legno o di ferro del diametro di circa 15 mm. La bobina comprenderà complessivamente 200 spire, con tre punti di frazionamento, rispettivamente dopo la 30ª, la 60ª e la 90ª spira, con uscita d'un cappio della lunghezza di circa 6 cm. Per limitare la larghezza della bobina a circa 10 mm, infiliamo sull'anima, alla suddetta distanza, due robusti pezzi di cartone, muniti d'un foro da 15 mm (fig. **424**) ed avvolgiamo il filo nella cavità cosí formata. Togliamo poi i due cartoncini, sfiliamo delicatamente la bobina e la leghiamo, per esempio in cinque posizioni, con filo di seta, per tenerla unita. Dopo aver scoperto gli estremi del filo, fissiamo, con un adesivo, la bobina sul pannello frontale ed agganciamo o saldiamo gli estremi agli attacchi da **1** a **5** (fig. **425**). Eseguiamo gli altri collegamenti con filo isolato di rame di maggior diametro. Alle estremità libere del diodo **D** saldiamo un pezzo di treccia di rame isolata. Per dissipare il calore, durante la saldatura, si deve prendere il filo di raccordo del diodo con una pinza piatta, perché altrimenti il cristallo di germanio si riscalda e può subirne danno.

Facciamo passare il pezzo di treccia attraverso un foro del pannello e ne muniamo l'estremità d'una spina a banana **S** (figg. **425**, **426**). Il condensatore di blocco **C_1** collegato in parallelo con la cuffia ha lo scopo di non lasciar arrivare fino alla cuffia i resti d'alta frequenza insinuatisi attraverso il rivelatore, ma non è indispensabile.

Una volta avvitato il pannello sulla cassettina di legno, il ricevitore è pronto e, dopo aver attaccato la cuffia alle prese **6** e **7** ed aver effettuato il collegamento alla terra e all'antenna, possiamo metterlo in funzione. A tale scopo, inseriamo dapprima la spina **S** nella presa **2** e giriamo lentamente il condensatore variabile **C_1** fino a sentire la trasmittente locale con la massima intensità possibile. Adesso ci commutiamo sulle prese **3** e **4** e facciamo ogni volta attenzione se in tal modo aumenta l'intensità del suono. Possiamo poi anche tentare di migliorare l'intensità di ricezione passando il collegamento dell'antenna da **1** a **2** od a **3**. Se la trasmittente piú prossima non è troppo lontana, dobbiamo in tal

modo arrivare alla ricezione, premesso che usiamo una buona antenna (vedi pag. 210).

Come aumentare la selettività.

Se ci troviamo in vicinanza di piú trasmittenti, può avvenire che ne udiamo due o tre allo stesso tempo, perché il nostro apparato ricevente non è abbastanza « selettivo ». Si ottiene una migliore selettività — particolarmente nella ricezione con antenna aerea piú lunga — inserendo fra la bobina e la presa d'antenna un

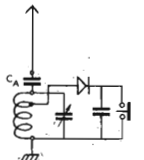



Fig. 427. Miglioramento della selettività mediante blocco della antenna

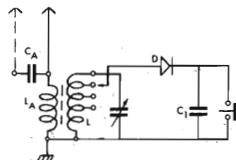



Fig. 428. Accoppiamento induttivo dell'antenna.

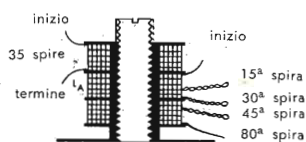



Fig. 429. Bobina con nucleo di ferro.

condensatore di blocco C_A da 150-250 pF (fig. **427**). I collegamenti illustrati nelle figure **423** e **427** presentano però ancora l'inconveniente che l'antenna è applicata direttamente al circuito oscillante, sicché con l'impiego di antenne differenti varia la risonanza. Si elimina tale inconveniente con un collegamento d'entrata « aperiodico » come illustrato a figura **428**, il quale è inoltre molto piú selettivo. In tale collegamento l'antenna e la terra vengono applicate ad una propria bobina L_A, la quale è accoppiata induttivamente alla bobina **L** del circuito oscillante. Le tensioni d'alta frequenza in L_A vengono pertanto trasferite, come in un trasformatore, su **L**. Per condizioni di selettività particolarmente difficili, è previsto un secondo collegamento d'antenna attraverso C_A.

La bobina d'antenna possiamo avvolgerla sopra od accanto alla bobina **L**, dandole da 50 a 60 spire. Entrambe queste bobine si possono anche avvolgere su un corpo di bobina d'acquisto, con nucleo di ferro per alta frequenza. Un tale corpo ha generalmente piú cavità ed uno zoccolo con linguette per saldarvi i capi dell'avvolgimento, nonché fori per l'avvitamento (fig. **429**). Con una bobina con nucleo di ferro di questo genere bastano circa 80 spire per l'intera bobina **L** del circuito oscillante e circa 30 spire per la bobina d'antenna L_A. Con un cacciavite si può avvitare il nucleo piú o meno a fondo, col che è possibile rialzare od abbassare un poco l'induttanza delle bobine e quindi la gamma d'onde.

Con l'impiego di elementi strutturali piccoli, quali si trovano correntemente in commercio, il nostro apparato ricevente a rivelatore può essere contenuto senza difficoltà in una scatoletta da sapone, per essere portato in gita od in viaggio (vedi anche fig. **435**). In tal caso tenderemo l'antenna fra due alberi, mentre la terra potrà essere costituita da un pezzo di filo terminante entro un corso d'acqua; all'evenienza potremo anche avvolgere il filo di messa a terra attorno ad un cavatappi conficcato in un albero.

Antenne e prese di terra.

Otterremo una ricezione forte con un'antenna aerea, tesa, per esempio, fra due alberi oppure fra il tetto d'una casa ed un albero (fig. **430 a** e **b**). La lunghezza del filo d'antenna dipende naturalmente dallo spazio disponibile, ma non dovrà essere

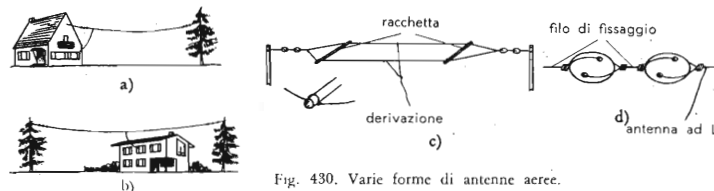



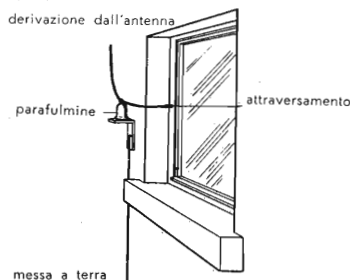
Fig. 430. Varie forme di antenne aeree.

inferiore a 10 m né superiore a 25 m. Come filo si usa una treccia per antenne, che si trova in commercio. Il montaggio dell'antenna si compie per mezzo d'isolatori di porcellana (fig. **430 d**), attraverso i cui fori si passano le estremità di fili che vengono ben ritorte e saldate. Attraverso il secondo foro dell'isolatore si passa il filo di fissaggio (filo di bronzo da 1-1,5 mm), che si unisce ad un secondo isolatore, che viene poi fissato, con un pezzo di filo della lunghezza di 1 m, al gancio di sostegno. La derivazione dal filo d'antenna può essere raccordata all'estremità od al centro dell'antenna. Nel primo caso (fig. **430 a**) si può dare al filo d'antenna una lunghezza adeguatamente maggiore, farlo passare attraverso l'isolatore, ritorcerlo e saldarlo, per poi prolungarlo verso il basso (antenna ad L, fig. **430 a** e **d**). Nel secondo caso (fig. **430 b**) si fissa l'estremità del filo di derivazione al centro dell'antenna, mediante avvolgimento e saldatura (antenna a T).

Fig. 431. Introduzione dell'antenna con parafulmine automatico.

Per antenne aeree di minore lunghezza (soprattutto se si tende l'antenna nel solaio, oppure su un tetto, fra due pali) è preferibile l'antenna a doppio filo od a trapezio illustrata a figura **430 c**. Le bacchette che trattengono i fili alla distanza di circa 1 m l'uno dall'altro possono essere costituite da bastoncini di legno dello spessore di circa 20 mm, alle cui estremità si fissano i fili avvolgendoli due volte nelle apposite tacche. Per le antenne esterne, i bastoncini dovranno essere muniti d'una verniciatura impermeabile.

Tutte le antenne aeree debbono essere fatte passare per un interruttore di messa a terra oppure per un parafulmine automatico, per poter collegare l'antenna alla terra, quando minacci un temporale, in modo che un fulmine che colpisca l'antenna trovi la via piú breve verso la terra. L'applicazione d'un parafulmine è illustrata a figura **431**. L'antenna deve essere fatta passare all'interno della camera attraverso il telaio della finestra, servendosi di convenienti isolanti che si trovano in commercio. Al posto di tali isolanti si può anche usare un tubetto di circa 6 mm di diametro, di ebanite o di vetro, che si fissa in un corrispondente foro nel telaio della finestra. Per la discesa del parafulmine s'impiega un filo di rame da 3 mm di diametro, che si collega preferibilmente alla discesa d'un parafulmine già esistente. Se quest'ultimo è troppo lontano, si può collegare il filo anche ad un tubo dell'acqua.

Per la ricezione d'una trasmittente vicina servono anche antenne di fortuna, per esempio il telaio di ferro d'un pianoforte, l'elastico d'un letto, alcuni metri di filo da campanelli posati liberamente, oppure un'« antenna luce » d'acquisto. Come presa di terra serve nel modo migliore il collegamento ad un tubo dell'acqua. Il filo di raccordo (filo laccato da 1 mm) va fissato ad un collare per tubi del commercio, che si fissa sul tubo dell'acqua. In mancanza di meglio, si può utilizzare per la presa di terra anche la conduttura del gas oppure un filo metallico collegato al tubo d'un pozzo artesiano.

Amplificatori a transistor

Ricevitore a rivelatore con amplificatore a transistor.

Il volume di voce d'un ricevitore a rivelatore è generalmente sufficiente per la ricezione d'una trasmittente locale, ma per trasmittenti deboli o lontane esso è generalmente troppo basso. Per mezzo d'un amplificatore a transistor possiamo aumentare notevolmente il volume di ricezione ed ottenere, con un'antenna conveniente, anche la ricezione in altoparlante d'una potente trasmittente locale. Un ricevitore a rivelatore con amplificatore a transistor presenta,

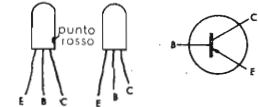



Fig. 432. Transistor (a sinistra) e simbolo relativo (a destra). Il raccordo al collettore è riconoscibile da un punto rosso, oppure dal piú corto dei fili di raccordo.

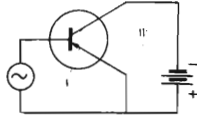



Fig. 433. Transistor in collegamento emettitore-base.

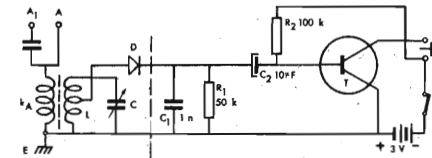



Fig. 434. Schema del ricevitore a rivelatore con amplificatore a transistor.

rispetto ad un ricevitore a valvole, il vantaggio di poter essere usato con una comune batteria cilindrica. Esso è di costruzione molto semplice e può essere realizzato anche in formato piccolo, sicché è d'uso pratico per il viaggio ed il campeggio.

Ma che cosa è un transistor? Esso è costituito da un cristallo di germanio « ricco di elettroni » (negativo) **B**, sul quale sono saldati due cristalli di germanio « poveri di elettroni » (positivi), **C** ed **E**. Il cristallo **B** si chiama base, il cristallo **C** si chiama collettore ed il cristallo **E** si chiama emettitore. Se si applica alla base ed all'emettitore una tensione alternata, ed al collettore ed all'emettitore un generatore di tensione continua, piccole variazioni di tensione nel circuito **I** provocano già forti variazioni di corrente nel circuito **II** (fig. **433**). Piccole tensioni alternate, come quelle uscenti per esempio dal nostro rivelatore, applicate alla base si presentano amplificate nel circuito del collettore e l'amplificazione può essere portata ad un multiplo con la frapposizione di altri transistor.

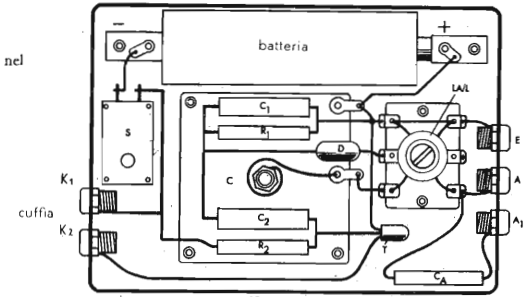
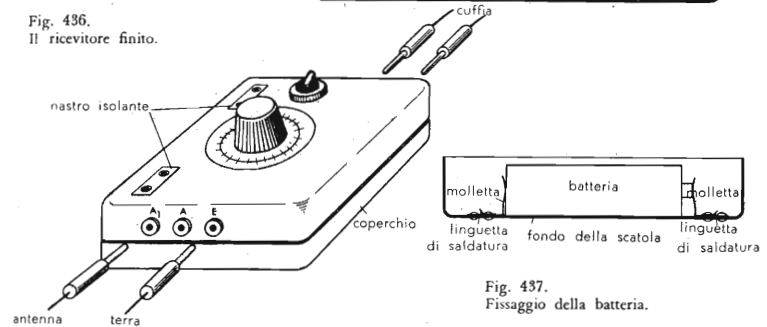
La figura **434** mostra il collegamento d'un ricevitore a rivelatore con amplificatore a transistor ad un solo stadio. Gli elementi supplementari necessari sono:

- 1 Condensatore di blocco ($\mathbf{C}_1$) da 1000 pF
- 1 Condensatore elettrolitico ($\mathbf{C}_2$) da 10 μF
- 1 Resistenza di elevato valore ohmico ($\mathbf{R}_2$) da 100 k
- 1 Resistenza di elevato valore ohmico ($\mathbf{R}_1$) da 50 k
- 1 Transistor (**T**)
- 1 Batteria cilindrica da 3 V, formato piccolo (diametro 12 mm, lunghezza 60 mm)

Fino alla linea tratteggiata, il ricevitore è uguale a quello della figura **428**, con la sola differenza che il raccordo a **D** è collegato, mediante saldatura, alla

Fig. 435. Disposizione dei particolari nel coperchio della scatola.

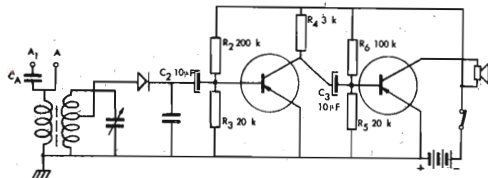
Fig. 436. Il ricevitore finito.

Fig. 437. Fissaggio della batteria.

piú favorevole delle derivazioni della bobina. Al posto della cuffia si trova ora una resistenza $\mathbf{R}_1$, dai cui estremi si prelevano le tensioni di frequenza acustica. Attraverso il condensatore elettrolitico $\mathbf{C}_2$, che non costituisce un ostacolo per queste tensioni alternate, le stesse raggiungono la base del transistor, il quale è inoltre collegato, attraverso la resistenza $\mathbf{R}_2$, al polo negativo della batteria. Nel circuito del collettore s'inserisce la cuffia. La batteria si può disinserire per mezzo dell'interruttore **S**.

Siccome, ad eccezione della batteria, gli elementi strutturali non occupano che poco spazio, si può montare il ricevitore anche in una scatoletta da sapone di formato sufficiente. La disposizione e lo schema elettrico risultano dalle figure **435** e **436**. Nel coperchio si eseguono due fori per il fissaggio del condensatore variabile e dell'interruttore, e sull'orlo del medesimo due o rispettivamente tre fori per i manicotti $\mathbf{A}_1$, **A** ed **E**, nonché $\mathbf{K}_1$ e $\mathbf{K}_2$.

Per facilitare la sostituzione della batteria, fissiamo al coperchio della scatola, per mezzo di ribattini forati, due molle di ritegno di lamiera d'ottone (figura **437**). Affinché le parti esterne lucide dei ribattini non possano venire chiuse in cortocircuito da un oggetto metallico, le ricopriamo incollandovi sopra un pezzetto di nastro isolante. Un disco graduato, incollato sotto una manopola girevole, facilita la messa a punto, se impieghiamo una manopola munita d'un conveniente indice.

Se prendiamo una scatola di grandezza sufficiente per il collocamento di due batterie da 3 V collegate in serie, si può, in favorevoli circostanze, ascoltare una potente trasmittente locale con un altoparlante sensibile. Se l'amplificatore ad un solo stadio di transistor non è sufficiente, potremo aggiungere un secondo

Fig. 438.
Ricevitore a rivelatore con due stadi amplificatori a transistor.

stadio di transistor. Lo schema un poco modificato è illustrato a figura **438**. Le resistenze $\mathbf{R_3}$, $\mathbf{R_4}$ e rispettivamente $\mathbf{R_5}$, $\mathbf{R_6}$ costituiscono il giusto punto di funzionamento dei transistor. Come generatore di corrente serve anche qui una batteria da 3-6 V.

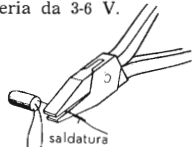



Fig. 439.
La pinza serve a dissipare il calore di saldatura.

I collegamenti di tutti i particolari debbono essere della minor lunghezza possibile e venire saldati. Quando si saldano fra loro i transistor ed i raccordi ai diodi, questi ultimi debbono essere presi con una pinza che dissipi il calore (fig. **439**), altrimenti i cristalli di germanio si riscaldano eccessivamente e ne derivano la bruciatura del transistor e del diodo. È inoltre conveniente distaccare il saldatore immediatamente prima dell'operazione di saldatura, affinché i cristalli non possano essere raggiunti da una tensione elevata.

Nel caso di scatole di plastica, la saldatura dei fili a particolari inchiodati od avvitati alla scatola deve compiersi molto rapidamente, affinché la plastica non si riscaldi eccessivamente rammorbidendosi.

Il rivelatore non è sufficientemente sensibile per la ricezione di trasmittenti molto lontane. Esso non reagisce piú ad onde debolissime ed anche gli stadi d'amplificazione non servono piú. Invece del rivelatore, si può anche usare un transistor come raddrizzatore (demodulatore) ed amplificare notevolmente l'energia ricevuta in un unico stadio, mediante collegamento a reazione. Per un tale rivelatore a transistor, che rende possibile una ricezione potente già con due stadi amplificatori a transistor, occorre però un costoso transistor d'alta frequenza e perciò non ne descriveremo la costruzione. I ricevitori a valvole descritti qui di seguito sono di potenza equivalente e di tonalità un poco migliore e possono essere pure costruiti in piccole dimensioni.

Ricevitori e valvole

Valvole elettroniche e loro impiego.

Tutti i nostri lettori hanno certamente avuto occasione di vedere una valvola radio. Essa è di solito costituita da un'ampolla di vetro dalla quale è stata quasi completamente estratta l'aria e nella quale sono fuse le adduzioni ad un filamento di riscaldamento **K** (fig. **440**). Questo filamento (catodo) è circondato da una spirale di filo **G**, chiamata griglia, circondata, a sua volta, da un cilindro metallico **A**, chiamato anodo o placca. Tanto dalla griglia quanto dall'anodo un filo di raccordo esce dall'ampolla di vetro. A figura **441** la struttura di questi elettrodi è rappresentata in forma corrispondente all'aspetto reale, mentre nel disegno schematico questi elementi sono rappresentati con gli usuali simboli della radiotecnica. Se ora, per mezzo d'una batteria di riscaldamento **HB**, si porta il filamento **K** all'incandescenza e si attacca all'anodo il polo positivo e ad una delle estremità del filamento il polo negativo d'una seconda batteria **AB**, nel conduttore

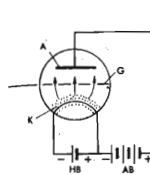



Fig. 440. La valvola elettronica.

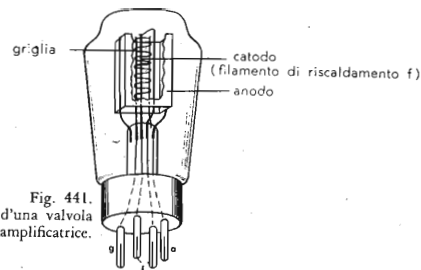



Fig. 441.
Struttura d'una valvola amplificatrice.

esterno passa una sia pur debolissima corrente. Questa corrente anodica fa sí che il filamento riscaldato emetta degli elettroni (particelle atomiche con carica negativa), che si dispongono come una nuvola attorno al filamento. Non appena, come nel caso di cui sopra, l'anodo riceve una tensione positiva rispetto al filamento incandescente, questi elettroni vengono attratti dall'anodo e precipitano su di esso con la velocità della luce. Se si invertono i poli della batteria anodica **AB**, non vi è passaggio di corrente nella linea anodica, perché gli elettroni, a carica negativa, vengono respinti dall'anodo avente pure carica negativa. Se al posto del generatore di corrente continua **AB** si attacca un generatore di corrente alternata, la valvola lascia passare soltanto tutte le semionde positive, sicché per la linea anodica passa una corrente continua e la valvola funziona come raddrizzatore.

Molto piú importante di questo effetto di raddrizzamento è però l'effetto di amplificazione di questa valvola elettronica. Se si applica il polo negativo d'una batteria **GB** alla griglia ed il polo positivo ad una delle estremità del filamento (fig. **442**), la griglia riceve, rispetto al filamento, una tensione negativa. Gli elettroni emessi dal filamento vengono in massima parte respinti dalla griglia, perché di segno uguale, sicché soltanto una piccola parte di essi arriva, attraverso la griglia, all'anodo. Non vi è pertanto che un debole passaggio di corrente anodica. Se, invece, si collega la griglia direttamente all'estremità positiva del filamento, questo riceve una piccola tensione positiva. Ne consegue che gli elettroni, negativi, vengono attratti dalla griglia ed affluiscono perciò in maggior numero e con accelerazione all'anodo. Pertanto una tensione di griglia negativa affievolisce la corrente anodica ed una tensione di griglia positiva la rinforza. Siccome poi la corrente anodica segue senza inerzia tutte le variazioni della tensione di griglia, possiamo applicare alla griglia tensioni varianti con qualsiasi rapidità, ottenendo nelle variazioni della corrente anodica una riproduzione fedele delle variazioni della tensione di griglia. Ma piccolissime variazioni della tensione di griglia sono già sufficienti a provocare variazioni relativamente forti della corrente anodica, sicché, per esempio nel collegamento illustrato a figura **443**, le tensioni alternate addotte al trasformatore **NT** appaiono amplificate nel circuito anodico. Le ten-

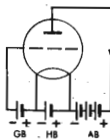



Fig. 442.
Carica negativa della griglia.

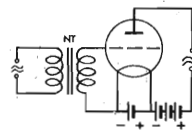



Fig. 443.
La valvola come amplificatore di bassa frequenza.

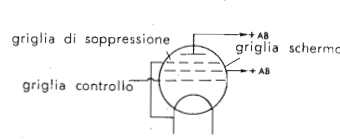



Fig. 444.
Pentodo.

sioni alternate cosí amplificate possono venire ulteriormente amplificate, esattamente allo stesso modo, in una seconda e in una terza valvola, esattamente come nell'amplificatore a transistor.

L'effetto d'amplificazione d'una valvola è tanto maggiore quanto piú elevata è la tensione anodica. Con l'applicazione di piú griglie è pure possibile aumentare notevolmente l'amplificazione. La figura **444** illustra la struttura d'una valvola a piú griglie, quale trova attualmente larghissimo impiego. Qui troviamo, dietro la griglia di controllo, una seconda griglia, che è la cosiddetta griglia schermo, la quale viene applicata come l'anodo ad alta tensione positiva ed amplifica in tal modo il flusso elettronico diretto verso l'anodo. Fra questa griglia schermo e l'anodo è poi inserita una terza griglia, generalmente collegata al filamento. Questa cosí detta griglia di soppressione impedisce che gli elettroni che vanno ad urtare l'anodo ricadano sulla griglia schermo e ne riducano l'effetto. Una valvola a piú griglie di questo tipo si chiama pentodo.

L'audion.

Siccome la valvola elettronica amplifica naturalmente tanto le oscillazioni d'alta frequenza quanto quelle di bassa frequenza, è possibile applicare le oscillazioni di alta frequenza d'un circuito di sintonizzazione **L/C** secondo la figura 445 alla griglia d'una valvola amplificatrice ed inserire il circuito di sincronizzazione $\mathbf{L_1/C_1}$ del rivelatore a galena **D** nel circuito anodico. La valvola amplifica allora l'onda captata, in misura tale che essa può essere raddrizzata dal rivelatore contenuto nel circuito anodico. Ora è stato escogitato un collegamento particolarmente interessante, nel quale la stessa valvola amplificatrice funziona come raddrizzatore e come amplificatore. La figura **446** illustra un tale collegamento con valvola audion.

Dietro la bobina d'antenna $\mathbf{L_A}$ ritroviamo un circuito oscillante **L/C**, raccordato alla griglia ed al polo negativo del filamento. Nel raccordo alla griglia è però introdotto un condensatore di blocco **Cg**; la griglia ed il lato negativo del filamento sono uniti attraverso una resistenza **Rg**. Il blocco di griglia e la resistenza di derivazione della griglia sono le parti dell'audion che producono l'effetto di raddrizzamento della valvola amplificatrice. Però fra la placca e l'estremità della bobina di sintonia sul lato del filamento sono inseriti un condensatore variabile $\mathbf{C_R}$ ed una bobina $\mathbf{L_R}$ che costituiscono gli elementi di reazione. Quest'ultima funzione consiste nel fatto che le tensioni alternate amplificate che si producono fra il filamento e la placca vengono in parte ritrasmesse per mezzo della bobina $\mathbf{L_R}$ (ossia per induzione), alla bobina di sintonia. Il condensatore variabile $\mathbf{C_R}$, che non oppone alcuna resistenza efficace all'alta frequenza, impedisce da un lato la chiusura in corto circuito della batteria anodica e dall'altro lato rende possibile la regolazione dell'energia d'alta frequenza di ritorno. L'energia cosí amplificata nel circuito di sintonia produce a sua volta tensioni anodiche alternate amplificate, che amplificano, a loro volta, attraverso la bobina variabile $\mathbf{L_R}$, il

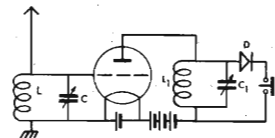



Fig. 445.
La valvola come amplificatore d'alta frequenza prima d'un ricevitore a galena.

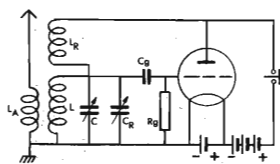



Fig. 446. Ricevitore « Audion ».

circuito d'entrata. Questa reciproca amplificazione delle oscillazioni anodiche e di griglia può raggiungere un valore tale che la stessa valvola genera oscillazioni d'alta frequenza nel circuito di griglia. L'apparato ricevente diventa allora un trasmettitore ed emette onde che si fanno sentire in forma di sibilo nei ricevitori circostanti. Prescindendo da questi indesiderabili fenomeni che si possono evitare manovrando convenientemente il $\mathbf{C_R}$, l'audion a reazione produce un'amplificazione straordinariamente grande ed ha una sensibilità che supera d'un multiplo quella d'un rivelatore a galena con valvola preinserita (fig. **445**).

Naturalmente, le frequenze acustiche del ricevitore ad audion, attenuate nel circuito anodico, possono venire ancora notevolmente amplificate per mezzo di uno o due stadi d'amplificazione di bassa frequenza, col che si rende possibile la ricezione in altoparlante di trasmittenti lontane o deboli. Per il principiante un tale audion con reazione ed amplificazione di bassa frequenza costituisce un apparato ricevente ideale, perché di costruzione semplice e di spesa limitata.

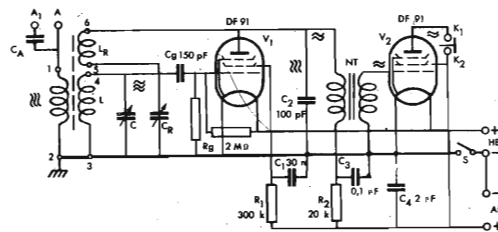
Ricevitore a due valvole con batteria.

La figura **447** rappresenta lo schema elettrico del ricevitore, consistente in uno stadio audion ed un successivo stadio amplificatore. In entrambi gli stadi s'impiegano dei pentodi e precisamente delle microvalvole DF 91, la cui corrente di riscaldamento è, per tensione di 1,4 V, di 50 mA. I filamenti di riscaldamento sono collegati in parallelo, sicché l'intera corrente di riscaldamento è di 100 mA e può venire prelevata da una semplice batteria da 1,5 V (**HB**). Come generatore di corrente anodica (**AB**) impiegheremo un anodo piccolissimo da 30-45 V, quale si trova in commercio in vari tipi.

Anche qui la bobina sarà a nucleo di ferro. I numeri di spire occorrenti sono: bobina d'antenna $(\mathbf{L_A}) = 40$ spire, bobina griglia $(\mathbf{L}) = 70$ spire, bobina di reazione $(\mathbf{L_R}) = 35$ spire. E vediamo ora i particolari del circuito.

L'entrata ed il circuito di griglia sono uguali a quelli già esaminati. Soltanto la resistenza di derivazione griglia (**Rg**) è qui divisa in due resistenze, collegate al polo negativo ed al polo positivo del filamento di riscaldamento. Ciò produce una maggiore morbidezza d'innesco della reazione. La tensione anodica condotta attraverso l'avvolgimento primario del trasformatore di bassa frequenza **NT**, viene ridotta dalla resistenza $\mathbf{R_2}$ e la tensione della griglia schermo viene ridotta dalla resistenza $\mathbf{R_1}$. Anche questo richiede un innesco dolce della reazione. I condensatori $\mathbf{C_1}$ $\mathbf{C_3}$ servono a rettificare la tensione e $\mathbf{C_2}$ scarica sul polo negativo messo a terra l'alta frequenza eventualmente residua (tratto rinforzato). La placca o rispettivamente la cuffia e la griglia schermo della valvola $\mathbf{V_2}$ ricevono l'intera tensione anodica, alla cui rettifica provvede $\mathbf{C_4}$. L'interruttore **S** serve a mettere fuori funzionamento l'intero apparato.

Fig. 447. Schema elettrico del nostro ricevitore a due valvole.

Elenco dei pezzi.

1	Bobina a tre avvolgimenti	$L_A/L/L_R$
1	Condensatore variabile da 500 pF, modello piccolo con manopola	C
1	Condensatore variabile da 300 pF con isolamento in mica o simile	C_R
1	Condensatore di blocco da 150 pF	Cg
1	Condensatore di blocco da 200 pF	C_A
1	Condensatore di blocco da 30 n	C_1
1	Condensatore di blocco da 100 pF	C_2
1	Condensatore di blocco da 0,1 μF	C_3
1	Condensatore di blocco da 2 μF	C_4
2	Resistenza d'alto valore ohmico da 2 MΩ	Rg
1	Resistenza d'alto valore ohmico da 300 k	R_1
1	Resistenza d'alto valore ohmico da 20 k	R_2
2	Pentodi DF 91	V_1, V_2
2	Zoccoli per detti	
1	Interruttore	S
1	Trasformatore di bassa frequenza 1:4 a 1:6	NT
4	Passaggi isolati	A_1, A, K_1, K_2
1	Manicotto usuale	E
1	Piastra di masonite (o simile) da mm 165×65, spessore 2-3 mm	
1	Lamierino bianco da mm 165×65, spessore 0,8-1,0 mm	
2	Squadrette d'ottone da mm 2×20×20, larghezza 10-15 mm.	

Ribattini forati, filo di collegamento, legno compensato per la cassetta, varie vitine da legno, squadrette di lamiera ecc.

Le piccole dimensioni delle valvole permettono di costruire un apparato avente un formato complessivo non superiore a circa mm 70×75×175, quando si impieghino condensatori variabili e quando il trasformatore di bassa frequenza sia di tipo piccolo (figg. **449-452**). Ciò è molto pratico perché permette di portare con sé l'apparecchio in gita ed in viaggio, ma naturalmente possiamo, volendo, eseguirlo anche in dimensioni maggiori. Invece dell'accoppiamento a trasformatore, possiamo anche impiegare un accoppiamento a resistenza, che sarà descritto piú oltre (vedi fig. **453**) e che è meno ingombrante. L'accoppiamento a trasformatore dello stadio amplificatore è però piú potente. Ed ora procediamo alla costruzione dell'apparecchio.

Per il pannello frontale sul quale vanno montati i condensatori variabili, l'interruttore ed i manicotti di collegamento, impiegheremo un lamierino bianco dello spessore di 0,8-1 mm. Questa lamiera è facile da saldare e, per effetto della messa a terra (polo negativo in comune = M), compie un'azione di schermatura, grazie alla quale si evita il prodursi di disturbi all'avvicinamento delle mani. Su questo pannello frontale fissiamo, per mezzo di squadrette di metallo e ribattini forati, una piastra di masonite o simile sulla quale si montano le altre parti. La posizione delle parti risulta chiaramente dalle figure **449** e **450**, in base alle quali possiamo stabilire anche tutte le perforazioni necessarie nelle due piastre, che debbono naturalmente essere eseguite prima dell'assiematura. A tale scopo si collocano tutte le parti da avvitare o da inchiodare nelle rispettive posizioni e si tracciano i fori necessari. Gli interruttori e condensatori variabili richiedono generalmente fori da 10 mm, i manicotti fori da 6 mm, gli zoccoli delle valvole fori

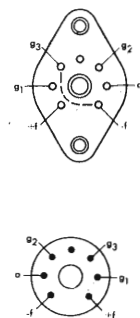



Fig. 448. Zoccoli per valvola

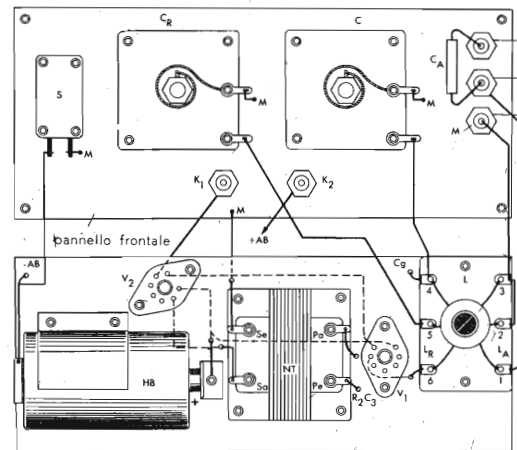
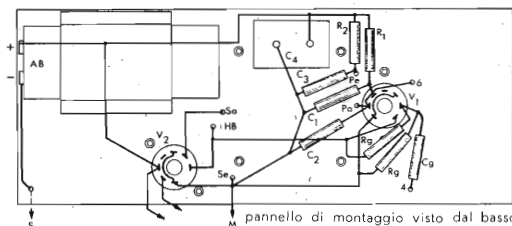



Fig. 449. Montaggio e collegamento del ricevitore a due valvole.

da 15 mm. Fissiamo i sostegni per le batterie e per gli zoccoli delle valvole con chiodi forati da 3 mm; il portabobine ed il trasformatore li fissiamo con viti da 3 mm, per poterli asportare all'occorrenza. I fori per il passaggio dei fili li eseguiremo della misura di circa 3 mm. Affinché quando si raccordano gli zoccoli non avvengano errori — un errore di collegamento può far bruciare le valvole! — a figura **448** è rappresentato uno zoccolo visto dal basso e vicino al medesimo uno zoccolo visto dall'alto (guardando sui fori). Non va dimenticato il collegamento fra il lato negativo del filamento e la griglia di soppressione (g_3), disegnato nella vista dal basso a figura **448**.

A figura **449**, che illustra il collegamento tanto sul pannello frontale quanto sul lato superiore e sul lato inferiore del pannello di montaggio, sono indicati con M (= massa) i raccordi da saldare al pannello frontale. I collegamenti indicati a tratteggio sono collocati sotto il pannello. Dove possono esservi dubbi circa i collegamenti invisibili, non disegnati, lo schizzo del circuito fornisce esaurienti indicazioni. In base a tale schizzo si dovranno controllare tutti i collegamenti. La batteria di riscaldamento e la batteria anodica vengono tenute ferme

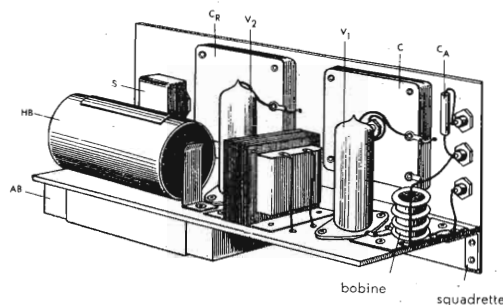



Fig. 450.
Il telaio visto dal lato posteriore.

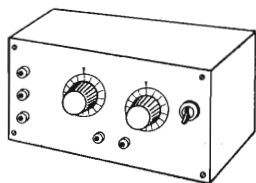



Fig. 451.
Vista anteriore del ricevitore finito.

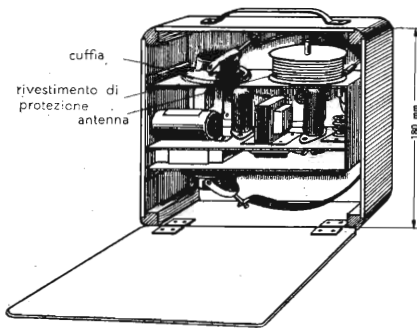



Fig. 452.
In questa cassetta trova posto anche la cuffia, oltre all'antenna ed al filo di terra.

rispettivamente per mezzo d'una fascia di lamiera; inoltre la batteria di riscaldamento è collocata fra due zanchette elastiche di lamiera, dalle quali si preleva la corrente, come nell'apparecchio a transistor.

Per il collegamento impiegheremo un filo isolato, oppure un filo di rame lucido ed argentato da circa 1 mm, rivestendolo all'occorrenza (per esempio negli incroci) con tubo isolante. È importante che i collegamenti alle griglie riescano brevi ed alla massima distanza possibile dai conduttori anodici. In caso diverso possono prodursi, per effetto d'induzione, vibrazioni disordinate (provocate da autoeccitamento), che si percepiscono nella cuffia come un sibilo.

Per il primo tentativo di ricezione, dopo eseguito il raccordo all'antenna, alla messa a terra ed alla cuffia, giriamo alquanto verso destra la manopola del condensatore variabile **CR**, col che si rende percettibile un leggero scoppiettio.

Facendo girare molto lentamente il condensatore di sintonia (**C**), si dovrà sentire il sibilo o il fruscio di almeno una trasmittente. Se non si sente niente, commutiamo i raccordi della bobina di reazione (5/6), ossia li stacchiamo e li saldiamo nuovamente in posizione invertita.

Si compie la sintonizzazione su una trasmittente portando il sibilo, mediante rotazione di **C**, alla sua tonalità piú profonda e girando poi indietro il condensatore di reazione (**CR**) fino a udire la trasmittente in maniera forte e pura. Di

regola si dovrà ritoccare il condensatore (**C**), perché il sibilo aumenta nuovamente quando si gira indietro il condensatore **CR**. Troveremo ben presto la giusta messa a punto, e ci accorgeremo pure che si possono sentire soltanto trasmittenti con sibilo forte. A reazione inserita, il nostro circuito di griglia oscilla e diffonde attraverso l'antenna l'onda di volta in volta sintonizzata; ciò provoca un fastidioso sibilo nei ricevitori vicini, il che si deve naturalmente evitare. Gireremo il condensatore di reazione sempre possibilmente fino a poco prima dello scoppiettio, o rispettivamente lo gireremo subito indietro non appena si sente sibilare una stazione trasmittente. Con una sola manopola è difficile regolare esattamente il condensatore di sintonia **C** su una stazione trasmittente, quando questa non incida con grande potenza di suono. Un dispositivo di sintonizzazione d'acquisto, oppure una scala di sintonizzazione precisa, con rapporto 1 : 6, facilitano notevolmente la sintonizzazione.

Incorporeremo il telaio finito in una conveniente cassetta di legno compensato o di lamiera (fig. **451**). Possiamo però anche montarlo in una cassetta prismatica di maggiori dimensioni nella quale trovi posto anche la cuffia. Una soluzione elegante è rappresentata a figura **452**. Il pannello frontale del telaio ha qui le misure di circa mm 180 × 180 ed è avvitato su una cornice di uguali dimensioni e della profondità di circa 65 mm. Quest'ultima è realizzata in robuste assicelle di compensato da 3 mm, che sono inchiodate ed incollate in corrispondenza agli spigoli, su barrette quadrate. Gli spigoli si possono arrotondare con una lima. Si può ora disporre la cuffia attorno al telaio. Per la protezione dai danneggiamenti, il telaio è circondato da una cornice di lamiera o di cartone, fissata ad una delle pareti laterali. Rimane ancora posto sufficiente anche per una bobina con avvolto il filo d'antenna, e per il conduttore di terra. Un coperchio fissato per mezzo di cerniere forma la parete posteriore. Rivestiremo l'esterno della cassetta con plastica grigia o rossa e superiormente fisseremo una maniglia.

Ricevitore a tre valvole per ricezione in altoparlante.

Col ricevitore a due valvole testé descritto, è possibile, con una buona antenna, anche la modesta ricezione in altoparlante d'una trasmittente locale, quando si impieghi un sistema d'altoparlante sufficientemente sensibile (per esempio diffusore). L'altoparlante può essere incorporato come a figura **455**, ossia il telaio può essere fissato lateralmente al medesimo. Ciò non avrebbe però molto senso

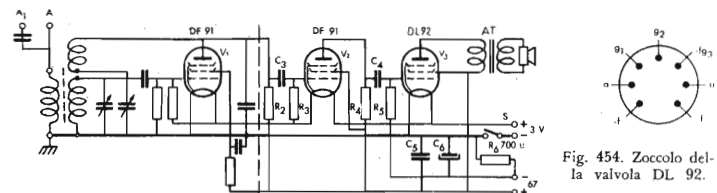



Fig. 453. Lo stesso ricevitore con un amplificatore di bassa frequenza a due stadi, per ricezione in altoparlante.

Fig. 454. Zoccolo della valvola DL 92.

in un ricevitore a valigetta, per viaggio e per campeggio, perché, nel caso di ricezioni difficili, sarebbe ancora necessario ricorrere alla cuffia. Per ottenere una sicura ricezione in altoparlante, dobbiamo completare il ricevitore con un secondo stadio d'amplificazione.

La figura **453** mostra lo schema di questo ricevitore a tre valvole.

Lo stadio d'entrata (a sinistra della linea tratteggiata) rimane uguale come nell'apparecchio precedente, ma il primo ed il secondo stadio d'amplificazione sono qui accoppiati a resistenza. La bassa frequenza che si produce nelle resistenze anodiche $\mathbf{R}_2$ e rispettivamente $\mathbf{R}_4$ viene trasferita, per mezzo dei blocchi d'accoppiamento $\mathbf{C}_3$ e rispettivamente $\mathbf{C}_4$, alla griglia delle valvole successive. $\mathbf{R}_3$ e rispettivamente $\mathbf{R}_5$ formano la derivazione di griglia. Come valvola terminale serve qui la microvalvola **DL 92** la quale richiede, per la riproduzione non distorta, una pretensione di griglia di 6-7V. Otteniamo tale tensione automaticamente per mezzo della resistenza $\mathbf{R}_6$, inserita fra il polo negativo della batteria di riscaldamento ed il polo negativo della batteria anodica. La resistenza viene attraversata dalla corrente anodica di tutte e tre le valvole, sicché su di essa si produce una caduta di tensione. Rispetto al filamento, il punto di raccordo di $\mathbf{R}_5$ ha pertanto una pretensione negativa, che per 700 ohm è di circa 6V.

Per ridurre il consumo di corrente per il riscaldamento, i filamenti delle due prime valvole sono collegati in serie, e come batterie di riscaldamento **HB** si impiegano due monocellule ($2 \times 1{,}5V = 3V$), collegate in derivazione. Il filamento della valvola terminale, che è previsto per una tensione di riscaldamento di 2,8 V ed ha un consumo di corrente di 50 mA, è collegato direttamente alla batteria di riscaldamento. In tal modo il consumo totale di corrente è, come nell'apparecchio precedente, di 50 mA + 50 mA = 0,1 A. Come batteria anodica utilizzeremo una piccola batteria da 6-7 V, per ottenere una sufficiente potenza d'uscita.

Elenco dei pezzi.

Elementi strutturali dello stadio ricevitore audion: vedi distinta pezzi precedente.

2	Resistenze d'alto valore ohmico da 0,2 MΩ	R_2, R_4
2	Resistenze d'alto valore ohmico da 2 MΩ	R_3, R_5
1	Resistenza da 700 ohm	R_6
2	Condensatori di blocco 10.000 pF	C_3, C_4
1	Condensatore di blocco da 2 µF	C_5
1	Condensatore elettrolitico da 100 µF/8 V	C_6
1	Microvalvola DF 91	V_2
1	Microvalvola DL 92	V_3
2	Portavalvole	
1	Interruttore	S
1	Trasformatore d'uscita (soltanto per sistema d'altoparlante di basso valore ohmico)	AT
1	Sistema d'altoparlante magnetico oppure dinamico	

Come altoparlante, è qui consigliabile un sistema molto sensibile. Se non impieghiamo un sistema magnetico (per esempio ad amplificatore), bensí un sistema permanentemente dinamico, di basso valore ohmico, dobbiamo preinserire, come nello schema di collegamento, un conveniente trasformatore d'uscita **AT** (primario circa 7000 ohm; secondario 4-6 ohm). Di regola, questo trasferitore è già incorporato nel telaio dell'altoparlante. Quanto piú grande è la membrana

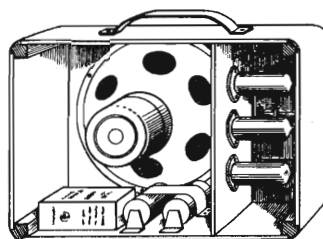



Fig. 455. Vista dell'apparecchio a valigetta completo, dal lato posteriore (coperchio asportato).

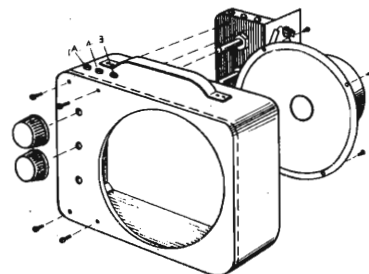



Fig. 456. Montaggio del telaio del ricevitore e dall'altoparlante.

dell'altoparlante, tanto migliore è la riproduzione. Col crescere della membrana, cresce però anche la misura del contenitore dell'apparecchio, sicché per un apparecchio a valigetta, il diametro della membrana non dovrebbe superare i 16 cm.

Il montaggio del telaio del ricevitore e dell'altoparlante è illustrato nelle figure **455** e **456**. La costruzione del telaio del ricevitore è analoga a quella dell'apparecchio precedente. Non occorre però che il pannello frontale sporga rispetto al pannello di masonite. Si fissa il telaio dall'interno, con 4 viti, sulla parete anteriore della cassetta, che può essere di legno compensato di 8 mm, e nella quale si esegue un intaglio per l'altoparlante che avviteremo dall'interno. Per impedire un « tintinnio » delle valvole, occorre fissare il telaio del ricevitore con frapposizione di strisce di feltro. A figura **456** i terminali **E**, **A** e $\mathbf{A}_1$ sono fissati ad una parete del telaio rivoltata a squadra, per poter inserire l'antenna e la terra sul coperchio della cassetta.

Prima di avvitare l'altoparlante, rivestiremo l'intera cassetta di plastica ed incolleremo dall'interno sopra l'apertura dell'altoparlante una stoffa che non ostacoli il passaggio del suono, stendendola bene. Per la protezione da eventuali danneggiamenti, si possono fissare all'esterno — trasversalmente sopra la stoffa — dei listelli decorativi di metallo. Le batterie si fissano, in maniera da poterle facilmente sostituire, nel modo già descritto, con bride di lamiera o rispettivamente con molle di contatto (vedi fig. **455**).

I ricevitori a « super-eterodina » del commercio hanno funzionamento e struttura notevolmente piú complessi. In tali apparecchi, l'onda captata viene « mescolata » con un'onda prodotta dallo stesso ricevitore, col che si forma un'onda media. Questa viene amplificata in piú stadi di frequenza intermedia, poi rettificata ed infine ancora amplificata nello stadio finale. Questo principio di ricezione

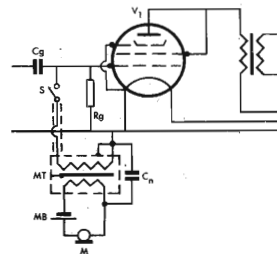



Fig. 457.
Raccordo microfonico al triodo amplificatore.

rende possibile, oltre alla manovra con un solo bottone, una grande capacità di separazione e di riproduzione in altoparlante, con antenne piccole (antenne a telescopio ed antenne a ferrite), anche di trasmittenti deboli e lontane. La costruzione con mezzi propri richiede però una grande esperienza, speciali apparecchi di misura e profonde cognizioni, sicché non è cosa da principianti. Oltre a tutto poi, una tale costruzione non riuscirebbe molto meno costosa dell'acquisto d'un apparecchio completo.

Apparecchio ricevente come amplificatore microfonico.

Ogni apparecchio a piú stadi può essere utilizzato come amplificatore microfonico, per mezzo del quale si possono riprodurre nell'altoparlante le parole dette davanti ad un microfono. Disponendo d'un semplice ricevitore audion, con una o due valvole amplificatrici, si raccorda, a tale scopo, l'avvolgimento secondario del trasformatore del microfono alla griglia ed al filamento negativo del triodo amplificatore (figura **457**). Siccome il collegamento alla griglia è molto sensibile, questo raccordo si collega al catodo (filamento negativo). In caso diverso, il ricevitore brontola o fischia. Generalmente occorre unire anche il nucleo di ferro del trasformatore o la carcassa metallica del medesimo al catodo e bipassare i due avvolgimenti con un condensatore di blocco **Cn** da 10.000 pF. Come trasformatore microfonico **NT** si può impiegare la bobina microfonica della figura **388**, o meglio, con minima spesa, un trasformatore d'uscita, oppure un trasformatore per campanelli. In ogni caso, si collega l'avvolgimento d'alto valore ohmico alla griglia ed al filamento.

Collegando l'avvolgimento del trasformatore, s'interrompe naturalmente la ricezione radiofonica ed occorre perciò applicare un interruttore (**S**) che permetta d'interrompere la linea verso la griglia, quando si vuol passare alla radioricezione.

Con l'apparecchio ricevente a batteria di nostra costruzione, la potenza cosí realizzabile non è molto grande. Otterremo una potenza molto maggiore con un ricevitore a rete, quale si trova ormai in ogni casa. Tutti i moderni ricevitori di fabbricazione industriale hanno, sul lato posteriore, due prese per il raccordo del pick-up d'un fonografo. Qui possiamo collegare anche — dopo aver portato il selettore in posizione di « pick-up » — il trasformatore microfonico. Il microfono deve essere collocato il piú lontano possibile dall'apparecchio ricevente e preferibilmente in un'altra stanza, altrimenti le onde sonore irradiate dall'altoparlante agiscono sul microfono e fanno urlare l'apparecchio ricevente, per effetto di questa « reazione acustica » (fig. **458**).

Si può facilmente costruire un tale apparecchio d'inserimento con una capsula ed un trasformatore di microfono, una batteria da tasca e due morsetti (figura **459**). Si inchiodano a squadra due assicelle da circa cm 12×20. Nell'assicella verticale si sarà dapprima ritagliata un'apertura circolare, nella quale si fissa la capsula **M**. Sotto la capsula fisseremo una vecchia resistenza **R** per valvola da 30 a

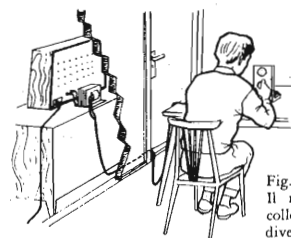



Fig. 458.
Il microfono deve essere collocato in un ambiente diverso dall'amplificatore.

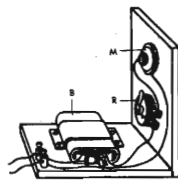



Fig. 459.
Un semplice apparecchio d'inserimento.

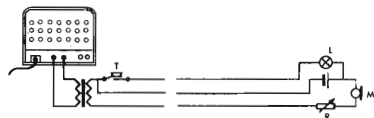



Fig. 460.
Il collegamento con lampadina di segnalazione.

50 ohm, che potremo ottenere a bassissimo prezzo o forse anche per niente dal venditore d'apparecchi radio. Essa serve alla regolazione della corrente microfonica ed allo stesso tempo anche come interruttore, ma non è strettamente necessaria. Sull'assicella di base si fissa, con una fascia di lamiera o di cartone, la batteria tascabile. Si avvitano anche due morsetti di raccordo e si collegano le varie parti in derivazione.

Con questo apparecchietto potremo trasmettere un nostro proprio programma in occasione di festività familiari. Possiamo però servircene anche per qualche scherzo, commutandoci sul microfono, senza che nessuno se ne accorga, durante una radiotrasmissione e facendo trasmettere da un nostro aiutante, sistemato nella stanza vicina, le piú pazzesche « trasmissioni speciali ». Affinché l'aiutante sappia quando deve dare inizio alla sua trasmissione, applicheremo all'apparecchio d'inserimento un portalampada con una microlampadina (**L**) e vicino all'apparecchio ricevitore un pulsante da campanello **T**. Il collegamento di questi elementi complementari si compie con un terzo conduttore, come illustrato a figura **460**. Chi è seduto vicino all'apparecchio ricevente, preme il tasto di commutazione sul microfono, provocando l'accensione della lampadina di segnalazione nell'apparecchio di inserimento. Perché questo giochetto riesca, occorre che la potenza d'uscita della trasmissione radiofonica sia approssimativamente pari a quella della « trasmissione propria ». Ciò si può ottenere mediante prove preliminari e, all'occorrenza, girando rapidamente avanti ed indietro il regolatore di volume dell'apparecchio ricevente (tav. XXIII).

È anche possibile impiegare un altoparlante come microfono. Per rendere comprensibile ciò, si è rappresentato a figura **461** lo schema d'un altoparlante dinamico. Al vertice della membrana conica **Mb** è fissata una bobina oscillante **Sp**, collocata nel campo magnetico d'un potente magnete permanente **Mg**. L'involucro **K** ed un sostegno di centramento (non rappresentato) sostengono la membrana in modo che la bobina oscillante non possa strisciare nel traferro. Se per la bobina passano correnti alternate di bassa frequenza, i conduttori vengono, per la legge elettrodinamica, deviati nel senso della membrana ed in tal modo fanno vibrare la membrana. Se, invece, parliamo verso la membrana e facciamo cosí vi-

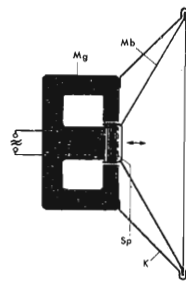



Fig. 461. Altoparlante dinamico.

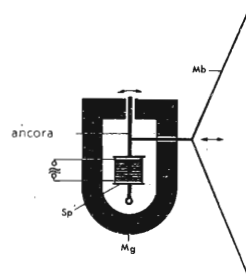



Fig. 462. Altoparlante magnetico.

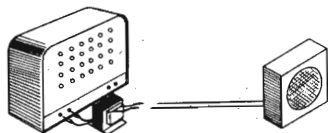



Fig. 463.
Un secondo altoparlante come microfono.

brare la bobina oscillante, in quest'ultima vengono indotte, per la stessa legge, correnti alternate, corrispondenti, come nel telefono e nel microfono, alle vibrazioni sonore. In un altoparlante magnetico (per esempio a diffusore) oggi ormai in disuso, la trasmissione del suono avviene come nel telefono. Al cono della membrana è unita un'ancora di ferro collocata all'interno della bobina fissa (fig. **462**). Se la bobina viene attraversata da correnti alternate, essa magnetizza l'ancora in direzione variabile. L'ancora viene pertanto attirata e respinta con lo stesso ritmo dai poli del magnete, sicché la membrana viene fatta vibrare nel senso della freccia. Se, invece, l'ancora viene mossa da onde sonore, le linee di forza del magnete attraversano l'ancora con potenza variabile ed inducono in tal modo correnti alternate di uguale genere nella bobina. Un altoparlante è un buon esempio della reversibilità di molti fenomeni fisici e particolarmente elettrofisici (vedi accumulatore, motore elettrico, generatore).

Un altoparlante è pertanto un microfono ideale, perché non richiede alcuna batteria e, grazie alle grandi dimensioni della sua membrana, raccoglie bene le onde sonore anche a grandi distanze. Per il nostro scopo, basta già un sistema magnetico di bassissimo prezzo, che ha sempre una grande resistenza ohmica e potrebbe quindi venire raccordato direttamente alle prese del riproduttore grammofonico. Per via dei lunghi collegamenti, l'apparecchio ricevente entrerebbe però in risonanza per autoeccitazione. Pertanto inseriremo a brevissima distanza dall'apparecchio ricevente un trasformatore, per esempio un trasformatore di bassa frequenza con rapporto di trasformazione 1 : 2 - 1 : 3 (fig. **463**).

Si stabilisce per tentativi il piú favorevole collegamento all'apparecchio ricevitore (avvolgimento primario o secondario). Incorporeremo l'altoparlante in una semplice cassetta di legno. Se esce un suono sibilante, occorre girare indietro il regolatore di volume dell'apparecchio ricevente, oppure schermare il cavo di raccordo verso la griglia, e collegare la schermatura al morsetto di raccordo messo a terra. Molte volte è d'aiuto anche una commutazione dei raccordi al trasformatore.

Se impieghiamo un sistema d'altoparlante dinamico di bassa resistenza, con trasformatore incorporato, smonteremo quest'ultimo e lo monteremo immediatamente dietro l'apparecchio ricevitore. La linea verso l'altoparlante, per la quale passano allora soltanto basse tensioni alternate, deve avere una sezione di almeno 0,8 mm, affinché non si producano perdite per resistenza ohmica. Se il sistema d'altoparlante dinamico non è munito di trasformatore incorporato, dovremo aggiungerne uno adatto. In ogni caso, l'avvolgimento d'alta resistenza viene raccordato alle prese del riproduttore grammofonico.

Un tale microfono ad altoparlante può essere collocato, a scopo di sorveglianza, nella stanza dei bambini, oppure in vicinanza d'una culla, ecc. Possiamo però anche raccordare l'altoparlante alle prese di collegamento d'un secondo altoparlante, quali sono previste in ogni apparecchio ricevitore moderno. In tal modo è possibile ascoltare la radiotrasmissione in un altro locale.

Impianto di trasmissione in duplex.

Col collegamento illustrato a figura **463**, possiamo parlare soltanto in un senso. Per poter parlare anche in senso opposto (in duplex) dovremo scambiare i raccordi dell'altoparlante del ricevitore e dell'altoparlante microfonico, in modo che

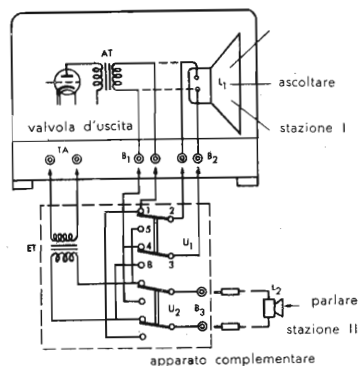



Fig. 465.
L'apparato complementare finito.

Fig. 464.
Schema di raccordo dell'impianto di conversazione in duplex.

il primo funzioni come microfono ed il secondo come altoparlante riproduttore. Ciò si può ottenere facilmente, per mezzo di due commutatori e d'un piccolo intervento nell'apparecchio ricevitore, come si vede alla figura **464**. Apriamo l'apparecchio ricevente, tagliamo le linee fra il trasformatore d'uscita incorporato (**AT**) e l'altoparlante (**L**$_1$) e colleghiamo i quattro conduttori (eventualmente dopo averli prolungati) a due coppie di prese **B**$_1$, **B**$_2$, fissate nella parete posteriore. Come commutatori (**U**$_1$, **U**$_2$) utilizzeremo due commutatori bipolari a leva, che

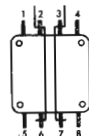
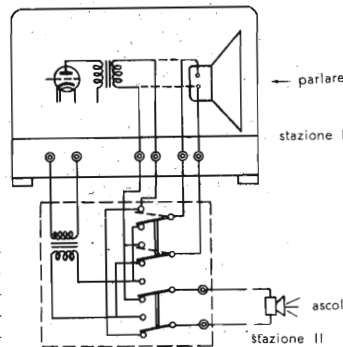



Fig. 466.
Cosí si uniscono i raccordi dei commutatori.

Fig. 467.
Con questa posizione dei commutatori può parlare la stazione I.

possiamo acquistare presso qualsiasi elettricista, collegandoli come illustrato a figura **466**. Montiamo i commutatori, insieme col necessario trasformatore d'entrata **ET** (= trasformatore d'uscita collegato in senso inverso), in una cassettina e colleghiamo le parti come illustrato nelle figure **464** e **465**. Alla coppia di prese **B**$_3$ applicate lateralmente, si raccorda il conduttore verso **L**$_2$ e si infilano le tre coppie di spine nelle prese **TA** del riproduttore grammofonico e nelle due coppie di prese **B**$_1$, **B**$_2$.

Nella posizione dei commutatori illustrata a figura **464** si può parlare nell'altoparlante **L**$_2$ ed ascoltare dall'altoparlante **L**$_1$; nella posizione illustrata a figura **467** si può parlare in **L**$_1$ ed ascoltare da **L**$_2$.

Se infine il commutatore **U**$_1$ viene portato nella posizione indicata a tratteggio, ed il selettore dell'apparecchio ricevente messo in posizione di radioricezione, è possibile ascoltare la radiotrasmissione da entrambi gli altoparlanti. Per

l'impianto di conversazione in duplex è premessa necessaria che gli altoparlanti L_1 ed L_2 siano altoparlanti a bassa resistenza ohmica (dinamici). In un apparecchio ricevente a voltaggio universale, l'avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita incorporato (**AT**) non deve aver alcun collegamento con un polo della rete, perché altrimenti per il conduttore che porta all'altoparlante L_2 passerebbe una tensione pericolosa rispetto alla terra. Cosí ad un tale collegamento occorre frapporre un condensatore di blocco da 0,1 μF al massimo. Dallo schema di collegamento si rileva che la stazione II può parlare soltanto quando la stazione I è stata commutata da « parlare » ad « ascoltare ». Ci si abitua però molto rapidamente. Se applichiamo l'altoparlante L_2 alla porta di casa od al cancello del giardino, realizziamo un impianto citofonico, nel quale il campanello della porta rende superfluo un proprio dispositivo di chiamata. Naturalmente l'altoparlante deve essere collocato in posizione protetta dalla pioggia e... dai ladri!

Manovre radio-telecomandate.

La possibilità di comandare a distanza, per mezzo d'un apparato trasmittente, la manovra di veicoli di qualsiasi genere ha fatto nascere in questi ultimi anni una nuova forma di « hobby », e cioè il radio-telecomando di modelli di aeroplani, d'imbarcazioni e di automobili. Il principio della manovra radiotelecomandata è relativamente semplice. Una piccola trasmittente a valvola (fig. **468**) emette, quando si abbassa il tasto di trasmissione (**T**), un'onda di determinata lunghezza sulla quale è sintonizzato l'apparato ricevente montato sul veicolo (fig. **469**). Nel circuito anodico del ricevitore è inserito un relé (**RE**) molto sensibile, il cui indotto, allo stato di quiete, chiude un contatto (fig. **470**). Quando l'apparato ricevente non riceve alcun segnale, attraverso la bobina del magnete passa una corrente anodica relativamente forte, sicché l'indotto viene attratto ed il contatto è aperto. All'arrivo d'un segnale, la corrente anodica si affievolisce fortemente, per effetto del particolare circuito del ricevitore. L'indotto si stacca e tiene chiuso il contatto finché rimane abbassato il tasto di trasmissione.

Questi contatti a relé sono inseriti in un secondo circuito, nel quale è disposto il magnete di comando. Nella sua forma piú semplice, questo è costituito da un elettromagnete **SM**, davanti al cui polo sono montati girevoli un nottolino di bloccaggio **K**, di ferro, nonché una stella a scatto **St** a due bracci (fig. **471**). La stella a scatto viene sollecitata nel senso della freccia da un cordone di gomma ritorto, ma è trattenuta dal nottolino. Al passaggio di corrente (fig. **2**), il magnete attira uno dei bracci del nottolino e la stella a scatto, lasciata libera, compie un quarto di giro, prima di venire nuovamente bloccata. Al cessare della corrente, la stella viene nuovamente lasciata libera e compie un altro quarto di giro e cosí via. La figura **472** mostra in qual modo questa rotazione possa venire utilizzata per la manovra d'un timone. L'albero della stella a scatto, alla cui estremità conformata ad uncino è agganciato il cordone motore di gomma **M**, termina in una manovella, che s'impegna in una forchetta di filo di ferro **G**. Questa forchetta è saldata su una leva a due bracci **H**, la quale reca piú fori per l'applicazione di tiranti. Questi sono costituiti da cordicelle agganciate ad una leva o sbarra **HR** fissata, per esempio, sull'albero d'un timone **R**. Se l'albero a manovella gira di 90°, esso fa oscillare la leva **L** e provoca in tal modo la deviazione del timone verso sinistra. Un altro quarto di giro provoca il ritorno del timone in posizione centrale. Se la stella a scatto compie un altro quarto di giro, il timone devia verso destra e l'ultimo quarto di giro riporta il timone in posizione centrale. Questo magnete di comando o meccanismo del timone può anche essere realizzato con stella a scatto a 3, 4 e piú punte.

Come una trasmittente di dilettante, anche l'uso d'un impianto di manovra radiotelecomandata richiede una regolare autorizzazione, che viene rilasciata soltanto quando l'emittente corrisponda a determinate premesse: essa deve trasmettere con una determinata frequenza esattamente costante, non deve produrre disturbi — per esempio mediante emissione di onde sovrapposte — ed avere potenza d'uscita non superiore ad un determinato valore. Gli interessati potranno avere in proposito indicazioni precise rivolgendosi in Prefettura. La figura **468** rappresenta lo schema d'un apparato trasmittente con doppio triodo. Una piccola trasmittente di questo tipo si può facilmente montare entro una cassettina, infilando un'antenna di lunghezza pari a circa 1/4 della lunghezza d'onda, in un manicotto nel coperchio della cassettina. La costruzione d'una trasmittente con mezzi propri non è consigliabile. La costanza della frequenza, la taratura e la fabbricazione dell'antenna non sono cose semplici. Altrettanto vale per l'apparato ricevente e per il relativo relé, la cui taratura richiede uno strumento di misura di grande sensibilità. Chi voglia tuttavia dedicarsi a questo lavoro troverà le indicazioni fondamentali per questo circuito a figura **469**.

Il circuito di smorzamento, inquadrato a tratteggio, si può anche comprare. Occorre

Fig. 469. Ricevitore ad una sola valvola con circuito di smorzamento (inquadrato a tratteggio).

Be = Bobina cilindrica da 10 mm ∅, 16 spire con presa centrale, filo laccato da 0,6 mm.
Bo_1, Bo_2 = 600 spire di filo laccato da 0,15 mm su nucleo di 12 mm, larghezza della bobina 6 mm, distanza fra le bobine 4 mm.

Fig. 468. Schema elettrico d'un trasmettitore per manovra radiotelecomandata (collegamento in controfase con doppio triodo).

Fig. 470. Relè ricevitore.

Fig. 471. Magnete di comando con stella a scatto a due bracci in quattro posizioni successive.

poi comprare anche il relé di ricezione **RE**, perché la fabbricazione con mezzi propri richiede molta esperienza, mentre dal suo buon funzionamento dipende anche il buon funzionamento di tutto l'impianto. Non presenta invece grande difficoltà, per chi abbia già una certa pratica, la fabbricazione del meccanismo del timone. La figura **473** rappresenta un tale meccanismo con stella a scatto a quattro punte, quale si fabbrica oggi di preferenza. La piastra di base (1) è della misura di circa 70×40 mm ed eseguita in lamiera d'alluminio dello spessore di circa 1 mm. Il magnete (3) è qui a due bobine, con corpi della bobina aventi diametro esterno di 15 mm, diametro interno di 5 mm e lunghezza di 15 mm, eseguiti mediante incollatura di pezzi di presspan. I nuclei di ferro dolce, della lunghezza di 17 mm e del diametro di circa 5 mm, sono fissati in due fori da 5 mm d'un giogo (2), eseguito in robusto profilato di ferro da mm 2×15×15 ed inchiodato sulla piastra di base. Le bobine sono avvolte rispettivamente con 500 spire di filo laccato da 0,25 mm e collegate in derivazione. L'indotto (7), costituito da un pezzo di piattina di ferro, lungo 30 mm e dello spessore di 2×6 mm, è inchiodato sul nottolino (4) eseguito mediante curvatura d'una striscia di lamiera d'ottone dello spessore di 0,8 mm e della larghezza di 4 mm. Il supporto è costituito da un tubetto d'ottone (5) con luce di 3 mm, saldato nel gomito del nottolino ed il perno è costituito da un bulloncino a vite (6) da 3 mm, fissato con due dadi in un foro della piastra di base. La stella a scatto (9) e la barra del timone (11) sono ritagliate in lamiera d'ottone dello spessore di 0,6 mm. L'albero della stella a scatto, costituito da una spina d'acciaio (14) dello spessore di 4 mm e della lunghezza di 30 mm, è fissato perpendicolarmente nel foro centrale ed in un manicotto per radio, avvitato, per mezzo di due dadi, in un foro della piastra di base. La spina di trascinamento (10), di filo d'ottone da 3 mm, è pure saldata nel summenzionato foro della parte (9). Con un bulloncino (12) da mm 3×15, due dadi ed un tubetto distanziatore (13) della lunghezza di 10 mm, si monta, in maniera facilmente girevole, la barra del timone (11). Una linguetta forata, sollevata dalla piastra di base, serve all'agganciamento della molla di richiamo (8), che è agganciata con l'altra estremità in un foro dell'indotto. I fori nella barra del timone servono, a loro volta, all'agganciamento dei tiranti di manovra e l'albero (14) è azionato da un cordone di gomma ritorto o da un piccolo meccanismo a molla. Quest'ultimo può essere fissato sulla faccia inferiore della piastra di base, oppure può essere accoppiato ad un albero flessibile (spirale di filo d'acciaio).

Fig. 472.
Un semplice meccanismo del timone.

In questo meccanismo del timone, il nottolino blocca la stella a scatto quando cessa il flusso di corrente e le consente di eseguire un altro quarto di giro soltanto dopo un nuovo impulso di corrente. Pertanto, mentre con la stella a due punte il timone rimane deviato soltanto finché si preme il tasto di trasmissione e torna in posizione centrale quando si abbandona il tasto, qui la deviazione permane; perciò per ogni manovra basta una breve battuta sul tasto.

Fig. 473. Meccanismo del timone con stella a scatto a quattro punte.

VIII. COSTRUZIONE DI MODELLI FERROVIARI

Certamente ben poche persone riescono a sottrarsi al fascino di un treno in corsa. Le colossali forze naturali che l'uomo è riuscito a racchiudere in questi poderosi mostri d'acciaio, impressionano chiunque assista al passaggio di un direttissimo; si comprende perciò come molti, ed i giovani per primi, tentino di procurarsi una piccola parte di queste sensazioni con i modelli ferroviari, riproduzioni in piccolo di un miracolo della tecnica.

Un fiorente ramo dell'industria dei giocattoli rifornisce da decenni il mercato di tutto il necessario. In molti paesi gli appassionati di modellismo si sono riuniti in circoli e molti si costruiscono da sé il materiale rotabile, con grande sfoggio di abilità e di pazienza. Altri si limitano a corredare i propri impianti di elementi paesaggistici ed usano un parco di veicoli acquistati, che l'industria offre in fedelissime riproduzioni, non ottenibili con i mezzi a disposizione dei costruttori dilettanti. Anche noi ci occuperemo principalmente degli accessori, lasciando da parte il materiale rotabile. Tratteremo però in breve anche gli impianti elettrici ed il materiale fisso (rotaie e linee di alimentazione), per dare ai nostri lettori piú esperti la possibilità di limitare i loro acquisti a qualche locomotiva e di costruirsi il resto da sé.

Per il futuro modellista la prima decisione essenziale da prendere riguarda lo scartamento ed il sistema di alimentazione, diversi nelle singole esecuzioni industriali, e che determinano, il primo lo spazio necessario per l'impianto, il secondo la possibilità di far correre piú treni contemporaneamente senza dover ricorrere a schemi complicati. Il primo capitoletto si occuperà di questi problemi, che sono anche importanti quando si tratta di ricercare eventuali difetti di funzionamento dell'impianto.

Scartamenti, sistemi di alimentazione e schemi di collegamento.

Lo scartamento piú usato per gli impianti ferroviari in miniatura è il « 16 mm » (distanza interna tra le rotaie). Essendo lo scartamento normale delle ferrovie europee di 1435 mm, il modello è dunque in scala 1 : 90. Metà dello spazio del 16 mm, distinto anche con la sigla H0, è richiesto dallo scartamento TT (scartamento 12 mm); purtroppo l'assortimento di materiale rotabile e fisso per questo scartamento è molto limitato, per cui le nostre indicazioni si riferiscono di preferenza allo scartamento 16 mm.

I modelli attuali sono tutti azionati mediante un motore elettrico incorporato nella motrice ed alimentato attraverso le due rotaie; oppure, negli impianti con linea aerea, anche attraverso quest'ultima. Vi sono diversi sistemi, schematicamente illustrati nella figure **474-481**. Il sistema piú vecchio si basa sulla « terza rotaia » (fig. **474**); essa è sotto tensione e la corrente viene trasmessa al motore **M** attraverso il pattino e ritorna attraverso tutte le ruote e le due rotaie di corsa. Basta dunque collegare il secondo polo del motore con un punto qualsiasi del corpo metallico della motrice. In alcuni modelli recenti (Märklin) la terza rotaia è sostituita da un sistema di contatti puntiformi, pressoché invisibili, che richiede pattini piú lunghi per assicurare sempre la presa di corrente, e che rappresenta piú fedelmente le rotaie vere.

Il sistema a due conduttori presenta il vantaggio di permettere la costruzione di curve d'inversione senza punti d'interruzione, dato che le due rotaie esterne sono collegate allo stesso polo.

Se si isolano tutte le ruote situate su uno dei due lati del treno sopportandole con cuscinetti di materia isolante, si può fare a meno della terza rotaia. Il pattino in questo caso scorre su una delle rotaie (o sulla circonferenza della

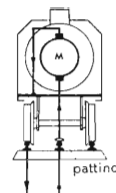



Fig. 474. Sistema a due conduttori con terza rotaia.

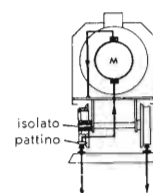



Fig. 475. Sistema a due conduttori senza terza rotaia.

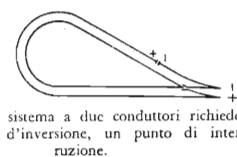



Fig. 476. Il sistema a due conduttori richiede, nelle curve d'inversione, un punto di interruzione.

ruota isolata) e la corrente ritorna attraverso il corpo della motrice, le ruote dell'altro lato e la seconda rotaia. Naturalmente in questa costruzione le rotaie sono isolate una dall'altra (fig. **475**). Questo sistema è attualmente quello piú diffuso, perché corrispondente alla realtà. Il corto circuito che si avrebbe nelle curve d'inversione (fig. **476**) e negli scambi è evitato mediante l'inserimento di punti d'interruzione nelle rotaie.

Linea aerea; impianto a due treni indipendenti.

I due sistemi illustrati sono caratterizzati dalla presenza di due conduttori soltanto. Per rendere il modello piú corrispondente alla realtà; nel caso di treni elettrici, occorre installare anche una linea aerea di alimentazione. Ci troviamo cosí in presenza di tre conduttori; questo modello presenta anche il vantaggio di permettere la manovra indipendente di due treni. Nella figura **477** è illustrato lo schema di collegamento per un sistema a tre rotaie e linea aerea; mediante il commutatore **U**, montato su ogni modello di motrice elettrica, il motore può essere a scelta collegato con il pattino della terza rotaia o con la « massa » (rotaie esterne). Pertanto, una motrice può essere comandata col reostato $\mathbf{R}_1$ e la seconda (con il commutatore in posizione 2) col reostato $\mathbf{R}_2$. Lo schema non permette

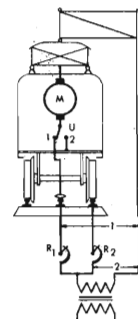



Fig. 477. Sistema a tre conduttori con terza rotaia e linea aerea, per due treni indipendenti.

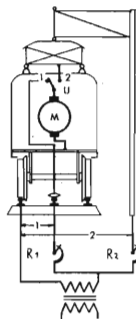



Fig. 478. Circuito per modello di motrice elettrica e modello di motrice a vapore, con terza rotaia.

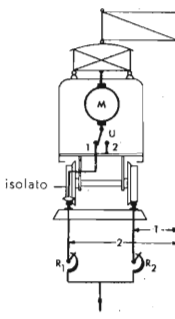



Fig. 479. Circuito per due modelli di motrice elettrica.

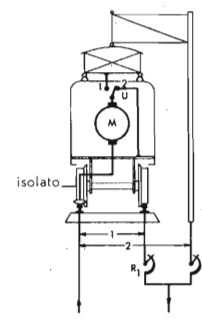
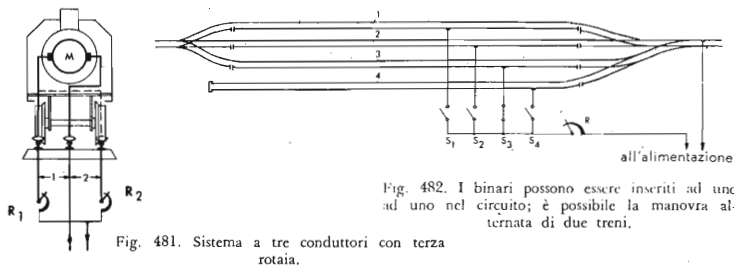



Fig. 480. Circuito per modello di motrice elettrica e modello di motrice a vapore, senza terza rotaia.

Fig. 481. Sistema a tre conduttori con terza rotaia.

Fig. 482. I binari possono essere inseriti ad uno ad uno nel circuito; è possibile la manovra alternata di due treni.

però il funzionamento di modelli di locomotive a vapore (non collegate con la linea aerea). Per manovrare contemporaneamente una locomotiva a vapore ed una elettrica, si adotta perciò di regola lo schema illustrato nella figura **478**, che realizza due circuiti indipendenti, **1** (alimentazione attraverso la terza rotaia, per locomotiva a vapore) e **2** (alimentazione attraverso linea aerea, per motrice elettrica), nei quali sono inseriti i due reostati di comando $\mathbf{R}_1$ e $\mathbf{R}_2$.

Analogamente, l'aggiunta di una linea aerea allo schema della figura **475** trasforma il sistema a due in un sistema a tre conduttori, che permette, a seconda dello schema di collegamento, la manovra di due motrici elettriche (figura **479**) o di una locomotiva a vapore e di una motrice elettrica (fig. **480**).

Naturalmente, la linea aerea rende l'impianto piú costoso, piú complicato ed anche piú delicato. Il sistema classico a tre conduttori, spesso applicato ancora oggi, è perciò basato sull'uso delle tre rotaie come conduttori isolati l'uno dall'altro, e con le ruote di un lato isolate dal corpo del treno (fig. **481**). Oltre al pattino centrale che prende la corrente dalla terza rotaia, ogni motrice possiede un pattino orientabile che può essere messo in contatto a scelta con la rotaia destra o con quella sinistra. Si ottengono cosí i due circuiti indipendenti necessari per poter manovrare una motrice con $\mathbf{R}_1$ e l'altra con $\mathbf{R}_2$.

Per manovrare due treni alternativamente (non contemporaneamente) non è necessario installare un sistema a tre conduttori, basta poter escludere dall'alimentazione parte dell'impianto. Nella figura **482** è illustrato uno schema in cui solo la linea **3** è sotto corrente, mentre le altre sono escluse. Sulla linea **3** può dunque circolare una delle motrici, mentre l'altra resta ferma su una delle linee non alimentate. I punti d'interruzione si trovano su una sola delle due rotaie di ogni linea, sempre sullo stesso lato di essa. Negli impianti a linea aerea, i punti di interruzione sono inseriti nella medesima (v. fig. **493**).

Il comando a distanza.

L'avviamento, l'arresto e la regolazione della velocità avvengono mediante un reostato inserito nella rete di alimentazione. Negli impianti a corrente continua si usa una resistenza a spirale nella quale un corsoio di contatto permette di inserire piú o meno spire di resistenza e di variare cosí l'intensità della corrente; negli impianti a corrente alternata il corsoio di contatto scorre invece sull'avvolgimento secondario del trasformatore, ed a seconda della sua posizione varia la tensione della corrente.

Oltre a regolare la velocità occorre poter invertire la direzione di marcia della motrice, senza azionare il commutatore di questa, ma direttamente dal quadro di manovra. Nei motori a magnete permanente, l'inversione è ottenuta azionando un semplice commutatore che inverte la posizione dei poli.

Fig. 483. Sistema di deviazione con elettromagnete, rullo di commutazione ed avvolgimento di campo interrotto.

Fig. 484. Schema di collegamento di due apparecchi per la corrente di marcia per l'esercizio con due treni.

Nei motori a corrente alternata, la motrice porta un dispositivo d'inversione (fig. **483**). Sullo stesso asse è montato un commutatore a rulli con i segmenti metallici $\mathbf{W}_1$ e $\mathbf{W}_2$ collegati alla massa. L'avvolgimento del magnete di campo è qui diviso e collegato alle molle di contatto $\mathbf{B}_1$ e $\mathbf{B}_2$, in modo che la corrente passi alternativamente in ognuno dei due avvolgimenti. Siccome in tal modo varia la direzione della corrente, varia anche il senso di rotazione dell'indotto. Vi è poi una posizione intermedia dei rulli, in cui non viene collegata nessuna delle molle di contatto, sicché la locomotiva rimane ferma, con illuminazione funzionante. Il magnete di manovra può però venire impiegato anche su motori con avvolgimento di campo semplice.

Affinché esso non compia una commutazione ad ogni giro completo del regolatore di corsa, il suo avvolgimento è generalmente calcolato in modo da reagire soltanto ad una tensione leggermente maggiore. Con uno speciale tasto commutatore sul regolatore di corsa, si può applicare tale sovratensione per breve tempo alle rotaie (fig. **484**).

Costruzione di binari e di scambi (tav. XXV).

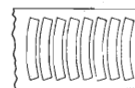
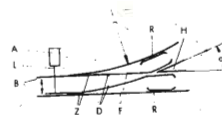
La costruzione di binari non offre difficoltà se si usano i nastri-traversine, le rotaie e i ganci di fissaggio disponibili in commercio. I nastri-traversine sono di cartone duro e hanno fori fustellati per i ganci; basta dunque inserire questi ultimi, avvicinare la rotaia e chiudere i lembi dei ganci con la pinza (figg. **485-486**). La distanza delle rotaie risulta automaticamente di 16,5 mm, corrispondente allo scartamento H0. Per ragioni di economia, soltanto una traversina ogni tre o quattro viene provvista di ganci. Come fondo, si usa una striscia di masonite spessa 4 mm e larga 40 mm, i cui bordi vengono leggermente smussati per imitare il pendio della scarpata; su questa striscia s'incolla il nastro.

In questo modo, si possono ottenere binari di qualsiasi lunghezza. Per semplificare il lavoro, conviene attenersi a una lunghezza standard, per esempio di 25 cm; in questo modo, i pezzi di fondo, di rotaia e di nastro possono essere tutti tagliati nella medesima lunghezza. Le rotaie sono disponibili in ottone o in acciaio, nelle altezze di 2,5 e 2,7 mm. Sceglieremo il tipo in acciaio, piú economico e piú fedele al modello, e l'altezza di 2,7 mm, piú adatta per il materiale rotabile fornito dall'industria specializzata.

Per conferire alla linea un aspetto naturale, si richiede una copertura del fondo con « ghiaia ». Applicando le rotaie sulla striscia di masonite, provvedia-

Fig. 485. Cosí si fissano le rotaie sul nastro.

Fig. 486. Misure ed elementi per binari H0.

Fig. 487. Dopo il taglio dei ponticelli il nastro può essere curvato a piacere.

mo anche a questo, ricoprendo di colla densa la faccia superiore ed i bordi smussati di essa e cospargendo tutto di sabbia grossa di quarzo oppure di semolino o anche di « ghiaia di sughero », che i negozi specializzati vendono per questo uso specifico. Posiamo una lista di legno sulle rotaie, carichiamola di pesi e lasciamo asciugare. Indi togliamo la « ghiaia » in eccesso.

I pezzi di unione delle rotaie sono disponibili anch'essi in commercio.

I pezzi in curva possono essere fatti ugualmente con il nastro di base, tagliando da un lato i ponticelli di collegamento delle traversine (fig. **487**). Il nastro può essere poi piegato a piacere e mantiene la forma una volta che le rotaie curve sono state fissate con i ganci appositi. Naturalmente la striscia di masonite che serve da fondo deve essere tagliata nella medesima forma curva. Il raggio di curvatura non dovrebbe essere inferiore a 75 cm; altrimenti i vagoni a due assi, ed anche le motrici con un maggior numero di assi fissi, non potrebbero piú circolare sulla linea, mentre i vagoni snodati a quattro assi, in seguito alla forte inclinazione degli elementi nella curva, si bloccherebbero o farebbero saltare il collegamento.

Anche i pezzi curvi vengono opportunamente costruiti tutti uguali, per esempio nella misura di un dodicesimo di circonferenza. Per trovare la forma esatta della curva, disegniamo su un pezzo di carta d'imballo il cerchio intero corrispondente ai 12 elementi curvi, e dividiamolo in 12 parti uguali. Se per esempio il diametro medio del cerchio deve essere di 800 mm, tracciamo due cerchi concentrici con i diametri di 780 e 820 mm (fig. **488**), e dividiamo la corona circolare in 12 parti uguali. Riportiamo (con carta carbone) il contorno di uno dei pezzi sulla masonite, ritagliamola ed usiamo questo pezzo come modello per tutti gli altri. La figura **489** indica come piazzare i singoli pezzi per avere il minor scarto possibile. Nei binari curvi le due rotaie hanno lunghezza differente; prepariamo due pezzi curvi di filo di ferro, che serviranno non soltanto per tagliare le rotaie a lunghezza esatta, ma anche per verificarne la curvatura. Per fissare le rotaie al fondo e per coprirlo di ghiaia, si procede come già descritto.

Alquanto piú difficile risulta la costruzione degli scambi, specie se devono essere comandati elettricamente a distanza, dal quadro di manovra. Nella figura **490** sono illustrati schematicamente gli elementi di uno scambio semplice sinistro (chiamato cosí perché il binario devia verso la sinistra del binario che prosegue diritto). Esso è composto dalle due rotaie fisse (contraghi) **B**, dagli aghi **Z** che proseguono in **F** e dalla punta **H**. Gli aghi **Z** sono fulcrati in **D** e possono essere manovrati, mediante il tirante **L**, dal magnete di comando **A**, in modo tale che alternativamente l'ago sinistro o l'ago destro vada a porsi ac-

Fig. 488. Le dimensioni dei pezzi curvi.

Fig. 489. Disposizione dei pezzi curvi sulla striscia di masonite.

Fig. 491. Palo semplice per linea aerea.

Fig. 490 a. Gli elementi di uno scambio semplice.

Fig. 490 b. Punti d'interruzione e collegamenti.

canto al corrispondente contrago. Le ruote che passano sul punto d'incrocio costituito dalla punta e dai proseguimenti degli aghi (« cuore dello scambio ») non sono guidate; in questo punto la guida è assunta perciò dalle controrotaie **R** che agiscono sul lato opposto delle ruote.

In commercio si trovano scatole di costruzione che contengono tutti i singoli elementi dello scambio, magnete e lanterna compresi.

Negli schemi di collegamento di cui alle figure **475** e **484** le due rotaie portano corrente di segno opposto e non devono perciò venire a contatto. In questi casi, tra il cuore e le rotaie devono trovarsi dei punti d'interruzione ed il collegamento elettrico deve essere assicurato con fili isolati (opportunamente mascherati), come indicato dalle linee tratteggiate della figura **490 b**.

La linea aerea.

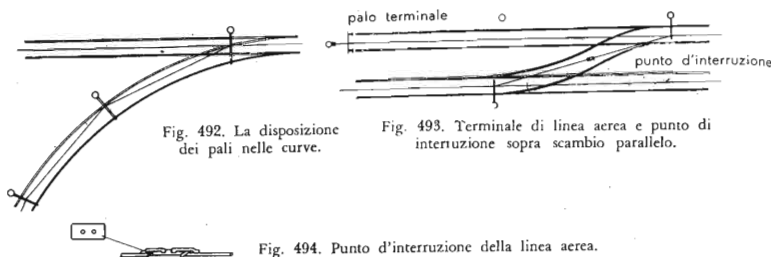
Pali e conduttori per la linea aerea sono anch'essi disponibili in commercio, ma sono alquanto cari. Nella figura **491** è illustrata la costruzione di un palo semplice. Un filo di ferro ø 4 mm è filettato ad un'estremità e costituisce il palo vero e proprio; un filo d'ottone ø 1 mm, terminante ad occhiello e piegato in modo adeguato, viene saldato all'altra estremità e forma il braccio (mensola) portante. I pali si avvitano in appositi fori praticati lungo il binario, a distanze convenienti. Negli impianti fissi, la conduttura può essere montata in modo permanente, saldandola inferiormente alle mensole. Si usa filo d'ottone crudo ø 0,3 mm, che si salda in modo che sia ben teso.

Nelle curve i pali si dispongono piú ravvicinati affinché la linea aerea scorra sempre al di sopra del binario (fig. **492**). Nei tratti terminali di binario, si dispongono pali semplici (senza braccio) ai quali si salda il capo del conduttore che viene piegato ad occhiello (fig. **493**).

I punti d'interruzione nelle linee sono costituiti da piastrine di fibra con due fori adiacenti attraverso i quali si passano i due capi da collegare. Il filo è piegato all'indietro e saldato su se stesso (fig. **494**). Anche negli scambi paralleli occorre spesso provvedere all'interruzione della linea (fig. **493**).

Fig. 492. La disposizione dei pali nelle curve.

Fig. 493. Terminale di linea aerea e punto di interruzione sopra scambio parallelo.

Fig. 494. Punto d'interruzione della linea aerea.

Le linee aeree in commercio riproducono generalmente la sospensione con cavo portante provvisto di fili verticali (« pendini »). Questa esecuzione è alquanto laboriosa e delicata, in quanto richiede molto lavoro di saldatura e i numerosi contatti tendono a staccarsi con facilità.

Quadro di manovra ed impianto di alimentazione.

Per l'alimentazione della nostra linea bisogna ricorrere alla rete di distribuzione di corrente, dato che il consumo di energia è piuttosto rilevante e tale da non permettere l'alimentazione a pila. La costruzione del trasformatore non offre difficoltà conoscendo la tensione di esercizio delle motrici. Le locomotive Märklin richiedono, per esempio, corrente alternata 20 V con sovratensione di 4 V per l'inversione di marcia; i modelli Fleischmann ed i tipi Trix piú recenti, corrente continua 14 V; i tipi Trix vecchi, corrente alternata 14 V. La costruzione di trasformatori per motrici a corrente alternata con magnete d'inversione è un compito che richiede molta pratica ed esperienza, perché le due tensioni differenti in uscita devono essere nettamente differenziate. Piú facile è la costruzione dell'impianto per linee a corrente continua (fig. **495**).

Per via della caduta di corrente nel raddrizzatore **G** (vedi raddrizzatore a secco con collegamento a ponte), l'avvolgimento secondario S_1 deve erogare corrente di circa 18 V perché si possa ottenere una corrente continua di 14 V. Per l'esercizio di un solo treno, basta una potenza al trasformatore di 30 W. Come commutatore di polarità **U** s'impiega un piccolo commutatore bipolare a leva, le cui otto linguette vanno collegate come in figura **496**. Il regolatore **R** può essere costruito come resistenza a gradini con 6-8 gradini e resistenza totale di 30-40 ohm. È piú conveniente acquistare una resistenza girevole da 30-50 ohm, con capacità di 5 W. Alle boccole **C** si collegano i conduttori della corrente verso le rotaie; ai punti **A-B** (corrente alternata) si possono collegare gli scambi, i segnali e l'illuminazione. È preferibile prevedere, a tale scopo, un secondo avvolgimento secondario S_2, la cui tensione deve essere adeguata a quella degli scambi, dei segnali e delle lampadine d'illuminazione in uso.

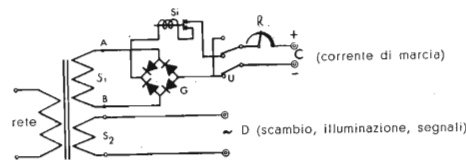



Fig. 495. Apparecchio per alimentazione a corrente continua.

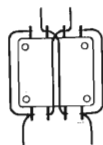



Fig. 496. Collegamento dei morsetti del commutatore.

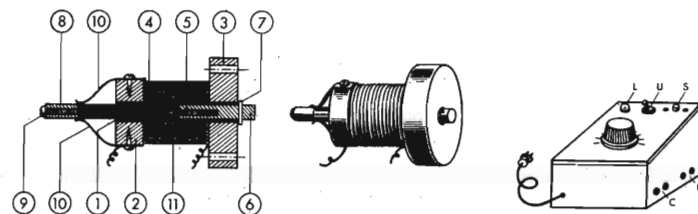



Fig. 497. Costruzione del dispositivo di sicurezza automatico.

Fig. 498. Cassetta di comando della corrente di trazione.

Si è un teleruttore automatico che nel caso di corti circuiti tra le rotaie, che si possono verificare con una certa facilità, interrompe la corrente, proteggendo cosí il delicato raddrizzatore a secco. Il dispositivo può essere comperato fatto (tarato per scattare quando viene raggiunta l'intensità massima di 2 A), oppure costruito da noi stessi secondo la figura **497**. Due dischi (2) e (3) di legno 1 cm e dei diametri di 25 e 45 mm sono collegati da un tubo d'ottone (1) lungo 50 mm e di diametro interno 6 mm, che s'incastra nei due centri. Attorno al tubo si avvolge un filo smaltato di ⌀ 0,6 (11). Il nucleo di ferro (4) è un pezzo di tondo ⌀ 6 mm e lungo 40 mm, con due fori filettati profondi 10 mm alle due testate. I fori hanno il diametro di 2,5 mm ed i filetti sono perciò di 3 mm; in essi si avvitano i due pezzi di prolungamento (8) (corto) e (6) (lungo 20 mm), di legno o di materia plastica, anch'essi di diametro 6 mm. Nucleo e prolungamenti devono poter scorrere senza attrito nel tubo (1). Il pezzo (6) è provvisto di un perno passante (7) che limita la corsa del nucleo in una direzione. Le lamelle (10) di ottone elastico sono avvitate sulla flangia (2) e premono con una certa forza sul nucleo.

Se un corto circuito nella linea fa aumentare l'intensità della corrente, il nucleo di ferro viene attirato nell'interno della bobina ed interrompe il contatto. Per ristabilirlo occorre premere il bottone (6). La pressione delle lamelle viene registrata in modo tale che il dispositivo scatti tra 1,3 e 2 A.

Trasformatore, raddrizzatore, teleruttore, commutatore e reostato sono tutti sistemati in una cassetta provvista delle prese **C** e **D** (fig. **498**), col coperchio di plastica o fibra, un po' inclinato. Sul piano trovano posto la lampadina di spia (da inserire nel circuito a monte del reostato), i commutatori a leva e a pulsante per azionare gli scambi e per inserire o disinserire i singoli binari, ecc. Questi commutatori sono disponibili in dimensioni ridottissime; eventualmente possono essere montati anche su listelli separati da avvitare su apposito quadro di manovra.

Per linee con due treni occorre un secondo impianto indipendente, il cui trasformatore può essere tuttavia piú debole (20 W circa) e senza il secondo avvolgimento secondario. Le prese sono collegate con la linea aerea (o rispettivamente con la rotaia alimentata separatamente per questo treno) e con la rotaia alimentata in comune (fig. **484**).

L'impianto fisso

La progettazione.

Un impianto può essere sempre pronto per il funzionamento soltanto a condizione che sia permanentemente montato con tutte le sue parti su un basamento adatto. Ciò è facilmente realizzabile per chi dispone di spazio sufficiente, per esempio di un locale riservato per questo uso o di una soffitta. In questo caso basta scegliere la forma che si vuol dare all'impianto, per esempio una delle piante illustrate nella figura **499**, tagliare il basamento in masonite 10 mm o in legno 16 mm e montare il tutto su cavalletti adatti.

Dove lo spazio manca, l'impianto deve essere reso trasportabile, e le sue misure devono essere tali che esso passi per tutte le porte ed attorno a tutti gli angoli fino al suo ripostiglio; in questo caso si dovrà cercare inoltre di renderlo il piú leggero possibile, costruendo il basamento di liste 16×60 mm in forma di telaio, e di una lastra di materiale leggero, eventualmente interponendo una lastra di compensato 5 mm particolarmente leggera (ontano o essenze esotiche). Quattro liste incernierate formano le gambe, che devono essere fissate con ganci ed occhielli.

Il telaio può anche essere di tipo ribaltabile, da sistemare in un armadio. In questo caso il fondo dovrà essere ricoperto da una lastra sottile di compensato o di masonite che, ribaltato il tutto, formi una parete di chiusura.

Il tracciato dei binari dovrebbe dare all'impianto un minimo di naturalezza, per esempio congiungere due località, e non spiegarsi in numerosi giri inutili attorno ad una stazione. È inutile strafare con le opere d'arte (gallerie, ponti, armature). Un semplice tracciato ad anello allungato, con due stazioni provviste di binari supplementari per sorpasso e smistamento, disposto in un paesaggio bene articolato ed armoniosamente eseguito, può essere già di notevole effetto. Il nostro primo impianto sarà a binario unico e senza linea aerea. La figura **502** dà un esempio di tracciato con cinque scambi comandati da magnete doppio. Per ridurre l'estensione dei conduttori, il conduttore comune che porta alle due bobine dei singoli comandi di scambio è collegato sempre con la rotaia M che porta la corrente; ciò è reso possibile alimentandolo direttamente dal trasformatore. Si osservi che il binario 4 ha dovuto essere scavalcato per alimentare il binario a sinistra.

Fig. 499. Varie piante di impianto.

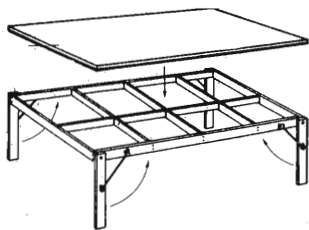



Fig. 500. Supporto a telaio con gambe ribaltabili.

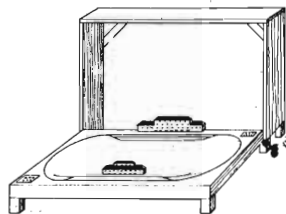



Fig. 501. Impianto ribaltabile ad armadio.

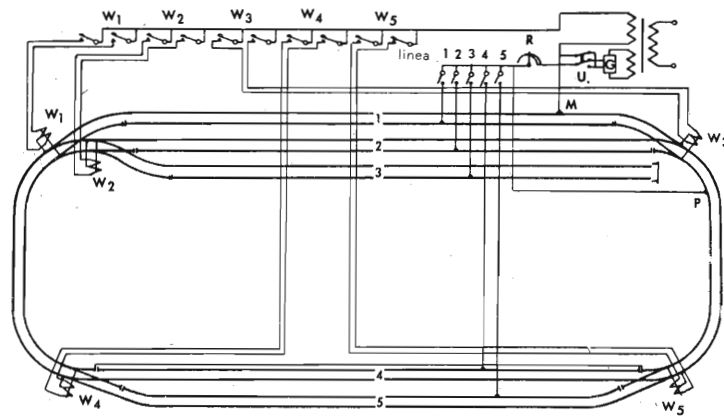
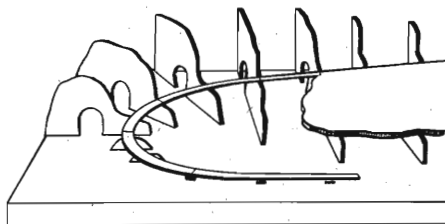



Fig. 502. Circuito a semplice anello con due stazioni.

Le due stazioni possono essere anche disposte, a vantaggio della naturalezza dell'impianto, sulle due estremità della linea (fig. **503**), che naturalmente avrà un andamento curvilineo, oppure si fa staccare dalla linea principale una linea laterale. Nell'esempio della figura **503** una delle stazioni si trova ad un livello piú alto, e dove i due binari corrono paralleli, essi sono divisi da una catena di montagne.

Prima di iniziare la costruzione, facciamo un disegno preciso in grandezza naturale, che mostri non solo il tracciato esatto con l'indicazione delle rotaie e degli scambi da usare (raggio di curvatura!) ma anche l'andamento altimetrico. Ciò è essenziale per gli incroci a livelli differenti, per poter calcolare le pendenze. Le motrici possono superare senza difficoltà pendenze fino al 6% (6 cm di dislivello per metro di sviluppo), tuttavia conviene non superare, nei tracciati, il 5%. Il sottopassaggio richiede una luce verticale di almeno 85 mm per i modelli di locomotive a vapore o di automotrici, e di almeno 110 mm per i modelli a linea aerea; nel primo caso occorrerà uno sviluppo di m 1,70 e nel secondo di m 2,20. Dato che un semplice tracciato circolare di 78 cm di diametro ha già uno sviluppo di 2,40 m (0,78×3,1 = 2,40 m circa), queste lunghezze sono facilmente realizzabili; occorre tuttavia tener presente che la pendenza deve iniziare gradualmente e non con un'impennata brusca dopo un andamento piano, non solo per ragioni estetiche ma anche perché le ruote delle motrici nel punto d'inizio della salita potrebbero perdere la presa sulle rotaie.

Fig. 503. Ambiente di un impianto semplice.

Fig. 504. Sistemazione di un tracciato di montagna.

I binari delle stazioni devono essere in piano, facilmente accessibili e non troppo corti per permettere gli smistamenti. Nelle stazioni di difficile accesso conviene prevedere una curva d'inversione per non dover manovrare a mano le motrici.

Le linee in salita e discesa (linee di montagna) si montano prima in piano, sopra un foglio di carta sul quale si traccia con precisione il loro andamento. Questo tracciato è poi riportato su compensato di 6 mm, che si scompone in pezzi di larghezza 40 mm e di lunghezza adeguata. Sul basamento si fissano dei supporti lasciando tra l'uno e l'altro circa 15 cm e variandone l'altezza in corrispondenza esatta dell'andamento altimetrico della linea; nelle curve, la rotaia esterna deve correre leggermente piú in alto della rotaia interna. I supporti possono essere ricavati direttamente nelle sagome delle montagne (fig. **504**). Dove è previsto un altipiano, si monta sui supporti un pezzo sagomato di compensato. La massicciata deve essere tenuta leggermente piú larga nel caso di linee aeree di alimentazione, per lasciare il posto per i pali. In nessun punto devono risultare delle variazioni brusche di pendenza; i piani che si appoggiano direttamente al basamento devono raccordarsi a questo senza gradini.

Una volta messo in opera il fondo di tutto il tracciato, si avvitano i binari, interponendo tra essi ed il fondo delle strisce di feltro o di materiale spugnoso di plastica per assorbire il rumore. Le linee aeree si tendono soltanto dopo aver ultimato ogni altro lavoro, perché sarebbero di notevole impaccio, e facilmente soggette a danneggiamenti.

Per ottenere un buon effetto prospettico conviene sistemare tutto l'impianto contro una parete del locale o, meglio ancora, in un angolo dello stesso. Un fondo abilmente dipinto prolunga il paesaggio plasticamente realizzato fino all'orizzonte, dando un piacevole senso di ampiezza e di realtà all'insieme (tav. XXIV, foto 55).

La realizzazione del paesaggio.

Abbiamo già descritto la costruzione del fondo, e dobbiamo ora passare ad illustrare la realizzazione dell'ambiente paesaggistico. Dove il tracciato non presenta pendenze notevoli, i binari possono essere avvitati direttamente sul basamento, ed i collegamenti elettrici installati subito. I fili passano attraverso fori praticati nel basamento sulla facciata inferiore, dove rimangono invisibili. Per poterli distinguere con facilità, si usano colori diversi: filo rosso per il polo positivo e nero per il polo negativo della linea; verde e giallo per gli scambi, blu per i segnali, marrone per le linee aeree, ecc.

Le montagne si costruiscono sopra ossature costituite da costole di cartone, di legno o di compensato sottile. Nelle costole bisogna fin da questo

Fig. 505. Costruzione di costole per montagne.

momento ritagliare le aperture per le gallerie, di dimensioni sufficienti per permettere il passaggio di tutte le vetture (fig. **505**); nel montare l'ossatura si dovrà poi provvedere a costruire anche una volta di cartone in modo da impedire che la galleria venga ostruita col materiale di riempimento (fig. **506 a**).

Nel caso di linee aeree, bisogna sistemare subito la parte di esse situata nella galleria. Si ritagliano in legno robusto i due ingressi, che si collegano con una lista nella quale sono fissati alcuni chiodi a distanza adeguata. Su questi chiodi si salda la linea di alimentazione aerea. Gli ingressi si avvitano o si incollano poi sul piano (fig. **506 b**). Quando la galleria ha un andamento curvilineo, conviene invece fissare la linea aerea su pali sagomati. Prima di ricoprire l'ossatura delle montagne si saldano anche le rotaie all'interno delle gallerie e si verifica il funzionamento di questa parte del tracciato.

Una volta terminata l'ossatura, copriamo con carta tutti i binari per preservarli da spruzzi di colla, di vernice ecc.; riempiamo poi tutti i vuoti con carta da giornale ridotta a palle e copriamo tutto con carta crespata o tela, impregnate di colla fluida per renderle piú morbide e per poterle incollare coi lembi sul basamento (vedi tav. XXV, foto 57). Durante quest'operazione si preparano anche, con pieghe adatte, i rilievi, i picchi, le valli, i burroni ecc., eventualmente inserendo altro materiale di riempimento per ottenere il profilo desiderato.

Lasciamo asciugare ed iniziamo poi il lavoro di modellamento, con stucco da spatola (vedi tav. XXV, foto 58). Lo stucco è stemperato in acqua fino a formare una pasta densa omogenea, e si applica con la spatola di legno. Con questo materiale, che può essere tinto in pasta (colori a colla), si dà il tocco finale al paesaggio, smussando le pieghe troppo acute, gli spigoli troppo vivi ed i tagli troppo netti. Prima che lo stucco asciughi, possiamo cospargerne la superficie in alcuni punti con differenti colori in polvere; altre variazioni di colore possono essere date all'insieme colorando lo stucco asciutto ad acquarello.

Al posto dello stucco da spatola può essere usato anche un impasto di stucco comune e colla. In due litri di acqua calda versiamo, agitando continuamente, 2 kg di stucco, aggiungiamo segatura grossa ed 1 litro di colla calda. Questo

Fig. 506 a. Copertura della galleria.

Fig. 506 b. Sistemazione della linea aerea all'interno della galleria.

impasto serve prima per impregnare le tele di copertura e poi anche per modellare i particolari. La colorazione avviene come già descritto. L'impasto è piú pesante dello stucco da spatola, ed impiega maggior tempo per asciugare; la durata del prosciugamento dipende dalla quantità di colla adoperata.

È appena il caso di accennare che la colorazione deve avvicinarsi il piú possibile a quella naturale; bisogna tenere presente che i colori, asciugando, diventano piú chiari. I prati verdi, le rocce grigie con venature rosse, azzurre e biancastre, i campi arati in marrone scuro, gli specchi d'acqua azzurri con riflessi piú chiari ecc., sono poi completati con i particolari del paesaggio: piante ed arbusti di cartone ricoperto di lichene o modellati con fili metallici sottili, steccati fatti di ramoscelli o fiammiferi, una cava, ponticelli sopra il ruscello, ecc. Si tenga presente che soltanto in primo piano gli alberi ecc., devono essere rappresentati in scala, mentre verso il fondo essi devono risultare piú piccoli e poi soltanto accennati, per mantenere l'effetto prospettico.

Un laghetto viene rappresentato con una conca (profondità massima 3-4 cm) il cui colore varia dall'ocra della riva al grigio, al turchino e all'azzurro verso il centro. Lo specchio d'acqua è rappresentato da una lastra di vetro. Se il laghetto si trova nel piano del basamento, occorre tagliare in esso l'apertura necessaria ed incollarvi dal basso un pezzo di materiale adatto.

Come già detto, soltanto il fondo ben dipinto dà al paesaggio la profondità desiderabile. Usiamo un foglio di carta da disegno che fissiamo sulla parete. I paesaggi di montagna realizzati plasticamente proseguono sul fondale dipinto con alcuni rilievi montagnosi scuri, poi sempre piú chiari, fino a confondersi in lontananza col cielo. Piú delicato e leggero nei colori si dipinge il panorama e piú piacevole ne sarà l'effetto. Se il primo piano è invece pianeggiante o collinoso, il fondo può rappresentare un abitato, un fiume, una pianura nella quale si intrecciano le strade ed i sentieri, e cosí via. Possiamo anche dipingervi qualche stazione evitando cosí di costruirla plasticamente.

Ponti.

Un particolare sempre piacevole è il ponte attraverso una valle o sopra un fiume, purché esso si inserisca armoniosamente nell'insieme e non tenda ad imporre la propria mole sul resto del paesaggio. In nessun caso si deve riempire il paesaggio di ponti e ponticelli da tutte le parti, come molti tendono a fare.

Nella figura **507** sono illustrati i principali tipi di ponti di ferro, i cui modelli possono essere fatti in legno compensato o in cartone. La figura **508** dà i particolari per le costruzioni di **a** e di **b**, la figura **509** per **c**, **d** ed **e**. Il piano **B** è di compensato 4 mm, le fiancate **W** ed i marciapiedi **L** di compensato 2 mm; tutta la costruzione viene semplicemente incollata, i binari fissati direttamente sul piano. La balaustra **G** è di filo di ferro 0,5 mm saldato alle teste di una fila di chiodini.

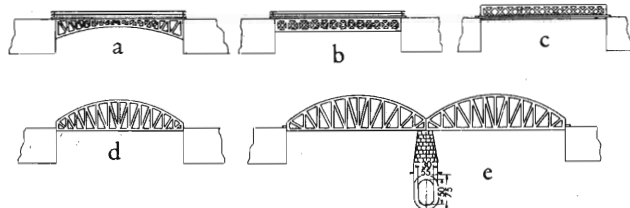



Fig. 507. Tipi di ponti.

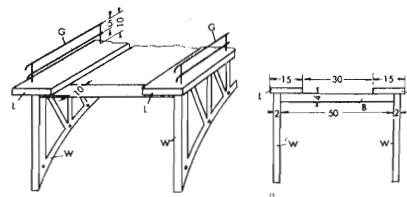



Fig. 508. Costruzione dei ponti 507 *a* e *b*.

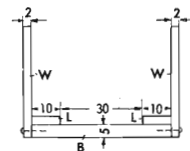



Fig. 509. Dimensioni e costruzione dei ponti 507 *c* e *d*.

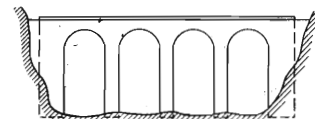
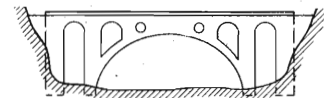



Fig. 510 a.

Fig. 510 b.

Fig. 510 a-b. Viadotti ed il loro inserimento nel paesaggio.

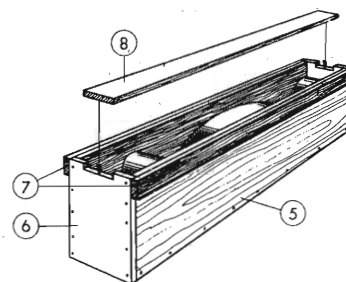



Fig. 511. Costruzione della forma di colata del viadotto 510 b.

La figura **510** illustra due forme di viadotti in cemento armato o in pietra, da modellarsi in gesso secondo la figura **511**. La forma consiste nel fondo (1) e nelle pareti (5) e (6), tutti in legno compensato 6 mm. Con strisce di cartone (3), attaccate a blocchetti di legno (2), che a loro volta sono inchiodati sul fondo (1), si formano i vuoti per gli archi laterali; con una striscia di cartone (4), incollata direttamente sul fondo (1), si ottiene il vuoto per la campata centrale. Sulle pareti laterali (5) inchiodiamo due listelli (7) sporgenti di 6 mm. Nelle pareti (6) pratichiamo due incavi destinati ad accogliere la lista (8) (5×30 mm). Le singole parti che compongono lo stampo sono fissate fra loro con chiodi sottili che possono essere facilmente tolti; tutte le parti a contatto col gesso sono leggermente ingrassate per facilitarne il distacco.

Versiamo poi l'impasto nella forma, riempiendola quasi completamente. Dopo qualche tempo, quando ha raggiunto consistenza pastosa, inseriamo anche la lista (8) e lisciamo la superficie ancora in vista con un'assicella. Lasciamo asciugare per un giorno, smontiamo cautamente la forma, togliamo gli interni. La rifinitura del ponte avviene secondo i gusti del singolo: possiamo intagliare col temperino un disegno di pietre di rivestimento, oppure dipingere semplicemente la superficie con colore grigio o giallino. Eventualmente pos-

siamo anche lavorare con impasto già colorato. Anche su questo tipo di ponte, il binario viene fissato direttamente sul piano, con colla universale.

I ponti vengono opportunamente inseriti nel tracciato già prima del rivestimento dell'ossatura. Ciò vale in modo particolare per i viadotti, che devono appoggiarsi ai fianchi delle montagne.

Per rivestire piloni di ponti, portali di gallerie ecc., possiamo servirci anche di lastre già disegnate, disponibili in commercio, di facile applicazione. Queste lastre possono essere anche fuse da noi stessi in gesso (spessore 5 mm circa) e poi intagliate col temperino. I piloni a sezione ovale (fig. **507 e**) si fondono ugualmente in gesso, usando uno stampo di cartone.

Fabbricati.

Al nostro impianto mancano ancora i fabbricati che rendono « umano » il paesaggio; prima di tutto, naturalmente, gli edifici delle stazioni. Dato che il nostro modello rappresenta soltanto una linea secondaria a binario unico, anche i fabbricati devono essere ispirati al medesimo genere di ferrovia: per esempio, un piccolo edificio con capannone e rampa di carico (tav. XXV, foto 60), che occupa anche poco spazio. Possiamo risparmiare molto lavoro usando i fogli, disponibili in commercio, che rappresentano i singoli elementi di costruzione, già rifiniti in ogni dettaglio, da ritagliare ed incollare. Le altre costruzioni: cabina, deposito di carbone, rimessa, serbatoio d'acqua ecc., possono essere fatte da noi stessi in legno e cartone, secondo gli esempi che troviamo in ogni stazioncina di campagna.

Nella figura **512** è illustrata una semplice rimessa per locomotive a vapore, che possiamo costruire con facilità usando compensato 2-3 mm e listelli 4×4 mm per i collegamenti negli spigoli. Il tetto ed il lucernario sono incollati sulle pareti, opportunamente smussate; le porte sono fissate con cerniere di misura minima. Le finestre sono ritagliate e poi chiuse con cellofane, sul quale disegniamo con inchiostro di china il serramento. Il tetto è poi ricoperto di carta a disegno di mattoni (embrici), i muri intonacati. L'intonacatura può essere realizzata con un impasto di colla e gesso in parti uguali in acqua, che qualche minuto dopo l'applicazione viene reso ruvido col pennello, ed eventualmente colorato. Un altro modo di rifinire la superficie consiste nel ricoprirla di colla a presa non troppo rapida e di cospargerla con sabbia bianca.

Nella medesima maniera rifiniamo la parte inferiore della cabina (fig. **513**). Lo zoccolo di calcestruzzo è reso con una striscia di cartone **a**, la sporgenza della parte superiore con pareti applicate **b**, le cui aperture di finestra sono piú grandi di quelle della parete sottostante per far apparire il serramento; le finestre sono poi chiuse internamente con cellofane. Nell'interno del fabbricato si-

Fig. 512. Rimessa per locomotive.

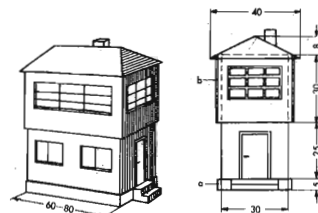



Fig. 513. Cabina.

Fig. 514. Deposito di carbone ed idrante.

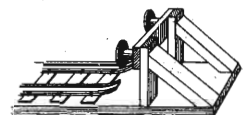
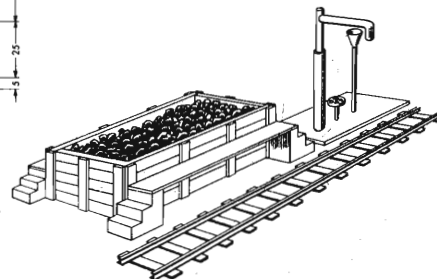



Fig. 515. Respingente con cavalletto in legno.

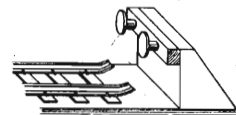



Fig. 516. Respingente in calcestruzzo.

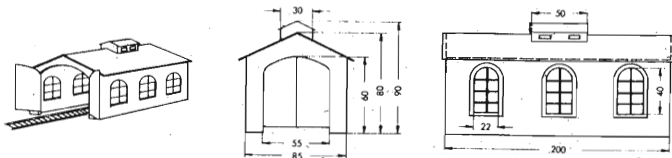
stemiamo una lampadina, che non mancherà naturalmente neppure nella rimessa e nella palazzina.

Il deposito di carbone è fatto in modo elementare con quattro listelli larghi 20 mm ed incollati insieme e sul basamento (fig. **514**).

I gradini delle passerelle sono ritagliati in un pezzo di legno. Il carbone è rappresentato da asfalto (massa di riempimento per giunti elettrici), ridotto a pezzi. Vicino al deposito di carbone, si installa un piccolo serbatoio d'acqua o un idrante (fatto da un tubetto nel quale ruota la parte superiore di filo saldato).

I binari morti terminano in respingenti che sono costruiti in legno (fig. **515**) o in calcestruzzo (fig. **516**). I respingenti propriamente detti sono rappresentati da chiodi da tappezziere fissati sul cavalletto. Il binario termina 2 cm prima del respingente, con una leggera curvatura in alto. In corrispondenza, incolliamo o avvitiamo il cavalletto.

La stazione è completata da molti altri elementi, come case cantoniere, passaggi a livello, passerelle, marciapiedi con tettoia, segnali, avvisi ecc. Ricordiamoci sempre, nelle costruzioni, delle proporzioni e dei colori adatti.

Vicino alla stazione si trova naturalmente un abitato, a carattere paesano con chiesetta e costruzioni di campagna, o cittadino con case di abitazione, negozi, alberghi ecc. Anche per questi edifici esistono fogli da ritagliare ed incollare oppure modelli già pronti, in eccellente esecuzione. Evitiamo il pericolo di riempire il paesaggio con troppe costruzioni e di togliergli con ciò la profondità. Per il piccolo impianto descritto, di 3 m² al massimo, il paesino di poche case con la chiesetta in mezzo è il piú adatto. Qualche malga sulla montagna (piú piccole in fondo) ravviva l'insieme.

IX. AEROMODELLISMO

Lo sviluppo della navigazione aerea.

Quasi nessun altro pensiero ha mai entusiasmato tanto l'umanità quanto quello di poter volare. Noi tutti conosciamo l'antica leggenda greca di Icaro, che si costruí un paio d'ali con penne di uccello e volò verso il sole. Tuttavia, come Icaro in quella leggenda precipitò perché la cera che teneva unite le penne delle sue ali si sciolse al calore del sole, cosí fallirono anche i numerosi tentativi di imitare il volo degli uccelli con l'aiuto della sola forza muscolare. Abbiamo già letto nella terza parte (volo con mongolfiera) che un giorno l'uomo riuscí a librarsi nell'aria in tutt'altro modo, ossia con l'aiuto dell'aerostato. Come noi tutti sappiamo, questo modo di volare si basa sul fatto che un corpo gassoso piú leggero dell'aria riceve una spinta verso l'alto. Mentre i fratelli Montgolfier ottennero la spinta del loro aerostato riscaldando — ossia rarefacendo — l'aria che vi era rinchiusa, oggi, per riempire l'involucro del pallone, si usa di solito l'idrogeno, che è circa 14 volte piú leggero dell'aria. Tuttavia è necessaria una grandissima quantità di questo leggerissimo gas per raggiungere una capacità di portata sufficiente ad un pallone con equipaggio umano, dato che il peso dell'involucro esaurisce di per sé una grande parte della spinta. Se un tale pallone s'innalza, giunge gradualmente negli strati piú rarefatti — ossia piú leggeri — dell'atmosfera; la sua spinta diminuisce progressivamente finché diventa nulla. Per provocare un'ulteriore salita, ci si deve liberare della zavorra, generalmente costituita da sacchi di sabbia, in modo che il pallone riceva di nuovo una spinta. Ma la zavorra rende minore la forza ascensionale, perciò non è affatto strano che il diametro di questi palloni debba essere di 15-20 metri, o ancora maggiore se si vogliono raggiungere grandi altezze. La massima altezza raggiunta sinora da palloni con equipaggio umano è stata di 30.000 metri circa.

Per voli a queste altezze, cioè nella stratosfera, si usa come navicella una sfera cava a chiusura ermetica.

Volare con un simile pallone non è cosí semplice come potrebbe sembrare a prima vista. Dato che il pallone è completamente in balia delle correnti d'aria che spirano spesso nei diversi strati dell'atmosfera in direzioni opposte, non si può fissare una meta a questi voli, poiché essa dipende soltanto dal caso. È ovvio, quindi, che si sia cercato d'imprimere al pallone, mediante un'elica d'aeroplano, anche una propulsione orizzontale per poterlo cosí dirigere facilmente. Tuttavia furono necessari molto tempo e molti sacrifici prima di poter giungere effettivamente a questo risultato. In un primo tempo si diede al pallone una forma allungata, terminante a punta alle due estremità e si assicurò con funi la navicella, nella quale era installato il motore con l'elica. Un timone verticale fissato ad una estremità della navicella serviva alla guida (fig. **517**).

La maggior parte di questi aerostati, tuttavia, precipitò, perché la navicella si staccava dal pallone, oppure perché l'intero aerostato si piegava nel mezzo, sfasciandosi.

Soltanto il conte Zeppelin riuscí a costruire un aerostato utilizzabile. Dapprima rafforzò l'aerostato con un'incastellatura interna d'alluminio, creando in questo modo il cosiddetto dirigibile rigido. Per motivi di sicurezza suddivise poi lo spazio riempito di gas in un grande numero di celle, che furono chiuse nell'involucro sotto forma di piccoli palloni. Per far agire la spinta dell'elica il piú vicino possibile all'asse del dirigibile, il conte Zeppelin utilizzò diverse eliche, ne avvicinò i motori, e quindi le navicelle, al corpo del dirigibile. L'illustrazione **518** mostra la struttura di un tale dirigibile; la forma piú piena e arrotondata davanti, piú affusolata verso la parte posteriore (forma

aerodinamica), serve a ridurre il piú possibile la resistenza dell'aria. Gli stabilizzatori, installati a forma di croce, servono ad impedire il rullio del dirigibile e terminano nei timoni di quota e di direzione.

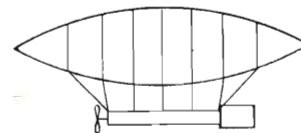



Fig. 517. Dirigibile con involucro floscio.

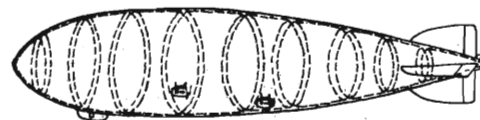



Fig. 518. Dirigibile Zeppelin.

I piú grandi dirigibili di questo tipo avevano 248 m di lunghezza, un diametro massimo di 41 m e una capacità di 200.000 metri cubi di gas; la potenza dei motori Diesel muniti di quattro, cinque o sei eliche, era di complessivi 4.000 cavalli, che imprimevano a questi giganti dell'aria una velocità di 140 chilometri all'ora pur con un carico di 100.000 kg. A disposizione dei passeggeri vi erano non solo cabine per dormire, ma anche una sala da pranzo, un fumoir ed altri locali secondari, illuminati e riscaldati da una propria centrale elettrica. Nonostante tutte le comodità offerte da questo « hôtel volante », il dirigibile non ha potuto affermarsi nei confronti dell'aeroplano, soprattutto perché facilmente infiammabile, difficile da guidare in caso di tempeste e perché richiede grandi e costosi porti di atterraggio (aviorimesse ecc.). È vero che in seguito si è sostituito all'idrogeno esplosivo l'elio incombustibile, tuttavia questo gas è molto caro per la sua « rarità » e possiede una spinta ascensionale nettamente inferiore a quella dell'idrogeno. La maggior parte dei dirigibili precipitò nel corso di violenti temporali: erano troppo pesanti per poter atterrare o compiere rapide deviazioni di rotta.

Costruzione di una mongolfiera.

La costruzione di un modello di dirigibile capace di volare sarebbe in effetti molto attraente, tuttavia è in pratica molto costosa e difficile. Assai piú semplice è invece la costruzione di una mongolfiera. A tal fine dobbiamo procurarci 12 fogli di carta di seta, sottile ma non porosa (si ottiene un grazioso effetto se si scelgono due colori diversi), e ritagliare da questi 12 strisce, secondo le misure indicate nella figura **519**. Per ottenere la lunghezza richiesta

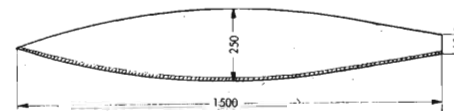



Fig. 519. Modello di carta per le parti del pallone.

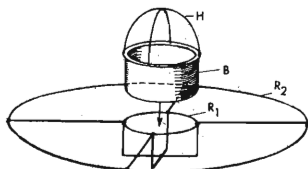



Fig. 520. Come si fissa il recipiente per l'alcool.

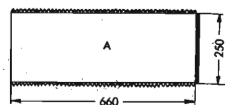
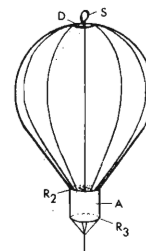
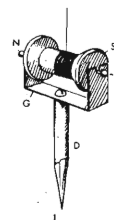



Fig. 521. Modello di carta per il manicotto inferiore del pallone.

è necessario incollare i fogli a due a due. Per formare un pallone, dobbiamo incollare tutte queste strisce, stendendo della colla — che si asciughi però lentamente — per un centimetro sul margine di ogni striscia (v. nel disegno la parte tratteggiata), sovrapponendovi poi il margine della striscia seguente e cosí di seguito finché avremo incollato l'ultima striscia con la prima, formando cosí l'involucro del pallone. Nell'eseguire questo lavoro dobbiamo fare molta attenzione perché non si formino, in nessun punto dei margini incollati, delle fessure che permettano in seguito all'aria calda di sfuggire. Se tutto è incollato regolarmente, il pallone presenterà un'imboccatura del diametro di 200 mm. A questo punto dobbiamo procurarci un piccolo barattolo **B** di sottile lamiera d'alluminio, del diametro di circa 40-50 mm e dell'altezza di 30-40 mm, il cui orlo piegheremo un poco verso l'esterno. (Ci sono alcuni tipi di barattoli il cui orlo si presenta già piegato in questo modo.) Pratichiamo allora nell'orlo del barattolo quattro fori, l'uno di fronte all'altro, fissiamo ad essi due sottili fili di ferro **H** disposti ad arco, che servono ad impedire la caduta del batuffolo di ovatta posto nel barattolo. Formiamo ora, piegando un filo di alluminio dello spessore di circa un mm, un anello $\mathbf{R}_1$ grande come il barattolo di latta ed un secondo anello $\mathbf{R}_2$ del diametro di 200 mm, uniamo poi i due anelli con quattro fili sottili, come è visibile nella figura **520**. Si deve ora far combaciare il barattolo con l'anello interno, in modo che il suo orlo sia appoggiato su tutta la sua lunghezza in modo sicuro. Pratichiamo adesso con le forbici, nella carta di seta, una serie di tagli profondi 10 mm lungo l'imboccatura del pallone e incolliamo, mediante le frange cosí ottenute, l'anello $\mathbf{R}_2$ all'orlo dell'imboccatura del pallone. Per proteggere la fiamma dalle correnti d'aria, prolunghiamo l'imboccatura verso il basso mediante un prolungamento **A** a forma di tubo, ricavato da una striscia di carta di seta e incollata al pallone mediante alcune frange. La bocca inferiore di questa appendice viene rinforzata mediante un secondo cerchio d'alluminio del diametro di 200 mm. Infine incolliamo sulla sommità del pallone un disco di carta **D** del diametro di circa 80 mm e sopra a questo i capi di un corto nastro di seta **S**; con questo laccio, potremo tenere il pallone (figura **522** e tav. XXVI).

Prima di far salire il pallone all'aperto, facciamo una prova in casa nostra. A questo fine, appendiamo il pallone — per mezzo del laccio — ad una lampada da soffitto, dopo avergli dato, spianando le pieghe, una forma quasi sferica. Riempiamo ora il barattolo **B** con un po' di alcool, infiliamo un batuffolo di ovatta sotto l'arco **H** ed inseriamo con prudenza il barattolo nel cerchio $\mathbf{R}_1$. Dopo aver dato fuoco all'ovatta, il pallone comincerà subito a gonfiarsi e, se sarà del tutto ermetico, salirà verso il soffitto. Con questo esperimento possiamo stabilire la quantità d'alcool che dobbiamo caricare nel pallone e per quanto tempo approssimativamente quest'ultimo conserverà la spinta ascensionale. Per la salita all'aperto è consigliabile scegliere un giorno completamente senza vento, meglio ancora se in precedenza ha piovuto (diminuiscono infatti i pericoli d'incendio). Se vogliamo farlo salire come pallone frenato, leghiamo al cerchio inferiore una reticella, ad un nodo della quale è a sua volta legato il capo di un

Fig. 522. Mongolfiera finita.

Fig. 523. Argano per la mongolfiera.

lungo filo sottilissimo. Come avviene per gli argani usati per i grossi palloni, possiamo appoggiare il rocchetto **S** — come a figura **523** — su una forcella di latta, mentre il piolo **D**, fissato con una vite ed appuntito a una estremità, serve a fissare l'argano al suolo. Alle due estremità del rocchetto sono inseriti i chiodi **N** che servono da asse. Assai piú emozionante è naturalmente il volo di un pallone libero; in questo caso, tuttavia, dobbiamo prevedere la perdita del pallone stesso. Non dimentichiamo, però, che questo volo libero è molto pericoloso se avviene quando la vegetazione è secca o nelle vicinanze di boschi o di luoghi abitati. Quando il pallone atterra, infatti, può provocare un incendio. Innocuo risulta invece rarefare il piú possibile l'aria contenuta nel pallone, tenendo il batuffolo di ovatta acceso nell'apertura, e poi lasciare libero il pallone senza fiamma. L'aria calda lo fa ugualmente salire, anche se non cosí in alto come nel caso precedente. Il serbatoio dell'alcool ed il suo sostegno sono, in quest'ultimo caso, ovviamente superflui.

Costruzione di un paracadute.

Molto semplice è la costruzione di un paracadute, congegno il cui modo di funzionare è noto a tutti. La figura **524** mostra come si può formare l'ombrello di forma semisferica incollando otto strisce linguiformi di carta velina. Particolarmente atta allo scopo è la carta giapponese o la carta di seta sottile. Nell'unire le parti a due a due si incolli contemporaneamente il capo di un filo lungo 650 mm; gli altri capi di questi otto fili vengono poi annodati ad un piccolo anello **G**. Questo anello deve essere tanto pesante da impedire il ribaltamento del paracadute nella sua discesa verso il basso. Se teniamo l'ombrello ormai finito sopra una stufa accesa o sopra una fiamma piú grande, vedremo che salirà sino al soffitto della stanza, per effetto della corrente d'aria calda che sale. Anche da una parete esposta al sole provengono simili correnti d'aria calda che possiamo utilizzare per ottenere la spinta necessaria. La rotta di un paracadute permette cosí — anche se lo facciamo scendere da un punto piú alto — di riconoscere chiaramente le correnti d'aria. che si determinano per effetto di zone calde alternate a zone fredde.

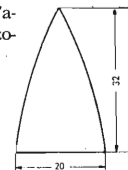
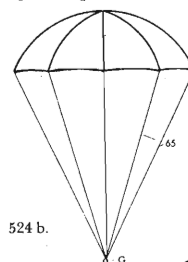



Fig. 524 a. Modello di sezione per il paracadute.

Fig. 524 b. Il paracadute finito.

Fig. 524 a.

Fig. 524 b.

Il volo dell'aquilone.

Per lungo tempo il volo con aerostato, ossia secondo il principio « piú leggero dell'aria », ha offerto l'unica possibilità di volo umano. Soltanto alla fine del XIX secolo — piú di un secolo dopo il memorabile volo con la prima mongolfiera — l'irrequieto spirito dell'uomo ha scoperto un nuovo tipo di volo che, come sappiamo, ha condotto con insperata rapidità all'attuale traffico aereo: il volo secondo il principio dell'aquilone, che tratteremo ora.

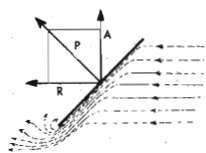



Fig. 525. Come si genera la spinta ascensionale.

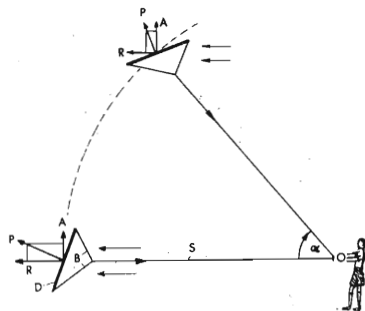



Fig. 526. Come si esercitano le pressioni sull'aquilone che si alza.

Abbiamo già parlato degli effetti prodotti dal vento su una superficie inclinata rispetto alla direzione stessa del vento. Abbiamo scoperto che la massa d'aria che colpisce la superficie sviluppa una forza **P**, che possiamo pensare composta da una forza **A**, diretta in senso verticale (spinta verticale), e da una forza **R** diretta in senso orizzontale (resistenza del mezzo) come nel disegno **525**. Su questa spinta si basa il principio del volo di tutti gli aquiloni. Se noi fissiamo una superficie **D**, inclinata rispetto alla direzione del vento (fig. **526**), ad una corda **S** (le diramazioni della corda **B** servono a mantenere l'inclinazione desiderata della superficie), tirando la corda annulleremo la resistenza del mezzo **R**, e la spinta **A** — l'unica ora attiva — spingerà in alto la superficie. La superficie innalzata descriverà allora intorno al punto **O** un arco di cerchio, mentre la superficie si avvicinerà sempre piú alla direzione del vento. Dato che la direzione della resistenza del mezzo **R** (negativa) rimane sempre uguale, mentre cambia quella della corda che alla fine sarà quasi opposta alla forza **P**, la forza ascensionale si annulla e l'aquilone, raggiunta una certa altezza, non salirà piú. Da queste considerazioni deriva che un aquilone sale tanto piú in alto quanto piú lentamente varia l'inclinazione della superficie dell'aquilone nella salita, ossia quanto piú lunga è la corda **S**. Ad una determinata lunghezza della corda, la forza ascensionale sarà inoltre tanto maggiore quanto piú leggero sarà l'aquilone e quanto piú intensa la forza del vento.

I greci e i cinesi conoscevano già 2000 anni or sono l'aquilone. Ancor oggi in Cina questo sport è popolarissimo; i cinesi danno agli aquiloni le forme dei piú diversi animali, dipingendoli con vari colori. I grandi aquiloni ricevono una spinta cosí forte — naturalmente se la forza del vento è adeguata — da poter sollevare notevoli pesi. Cosí, attaccando a diversi grandi aquiloni una navicella, si sono potuti sollevare in alto uno o due uomini.

Foto 55. Un bel fondale dipinto dà l'illusione che il paesaggio continui fino all'orizzonte.

Foto 56. Uno scorcio ad effetto di un modello ferroviario. A destra un serbatoio d'acqua costruito con profilati metallici.

Foto 57. Costruzione di un portale di galleria rivestito di lastre a disegno di muratura.

Foto 58. Lo stesso portale dopo la rifinitura con stucco da spatola.

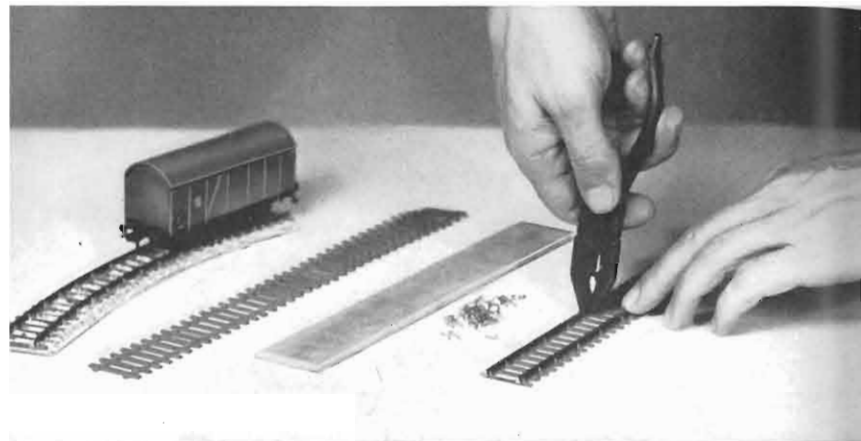



Foto 59. Costruzione di binario con nastro. A sinistra un elemento di binario finito e coperto di ghiaia.

Foto 60. Semplice capannone di merci con rampa di carico.

TAV. XXV

Costruzione di un aquilone.

Per costruirci ora un grosso aquilone, dobbiamo procurarci alcuni fogli di robusta « carta da aquilone » e due bastoncini di pinastro secchi della sezione di 6 × 18 mm e della lunghezza di 200 mm. Mettiamo i due bastoncini l'uno sull'altro, come nel disegno **527**, uniamoli con un chiodo sottile e leghiamoli saldamente con lo spago nel punto dove si incrociano. Uniamo poi tutte e quattro le estremità dei bastoncini con un filo teso e stendiamo del mastice sui cappi

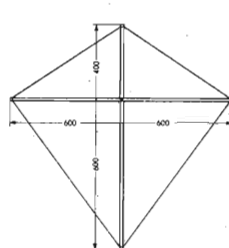



Fig. 527. Misure della crociera dell'aquilone.

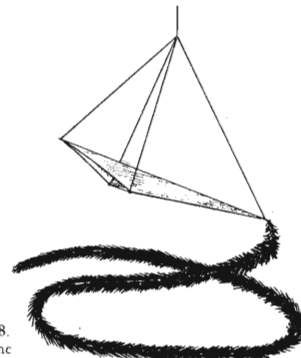



Fig. 528. L'aquilone in equilibrio.

del filo affinché non scivolino. Ora incolliamo tanti fogli di « carta da aquilone » quanti sono necessari per ricoprirlo tutto, poniamogli sopra l'intelaiatura e ritagliamo la carta in modo che, da ogni lato, sporga, oltre i fili tesi, di circa 10 mm. La croce (formata dai bastoncini) viene ora cosparsa di colla soltanto da una parte e poi incollata saldamente alla carta. Dopo aver steso della colla sui margini del foglio che sporgono oltre il filo teso, incolliamoli intorno a questo filo. Per rendere arcuata la superficie dell'aquilone — volerà cosí in modo piú stabile — dobbiamo legare saldamente alle estremità del bastoncino trasversale uno spago piú forte e tenderlo in modo che il bastoncino si fletta un poco. Leghiamo ora all'estremità di ciascun bastoncino una corda lunga circa 1,5 m e riuniamo le corde con un nodo. Se poniamo ora a terra l'aquilone con la concavità rivolta in alto, il nodo deve trovarsi esattamente sulla verticale del punto d'incrocio dei bastoncini (fig. **528**). Leghiamo saldamente al nodo la corda dell'aquilone, che deve essere lunga come minimo 200 m e possibilmente leggera e solida al tempo stesso. Se l'aquilone è arcuato, non è assolutamente indispensabile una coda, che, tuttavia, lo rende piú stabile e piú bello. Per la coda (fig. **528**) usiamo una corda lunga 6-8 m ed alcuni fogli di carta di seta colorata che taglieremo in strisce lunghe circa 30 cm e larghe un centimetro. Cominciando dall'estremità della corda, leghiamo saldamente ad essa le strisce — unite a piccoli ciuffi — cosí da formare una coda arruffata, che fisseremo per un capo al bastoncino inferiore dell'aquilone.

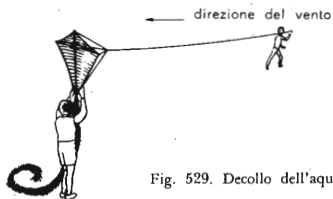



Fig. 529. Decollo dell'aquilone.

Oggi è proibito lanciare gli aquiloni nelle vicinanze degli aeroporti e delle linee di traffico aereo, perché le corde degli aquiloni — quasi piú degli aquiloni stessi — costituiscono un grave pericolo per gli aerei che volano a grande velocità. Per questo motivo è consigliabile non far salire gli aquiloni ad un'altezza superiore ai 100 m e recuperarli rapidamente non appena si avvicina un aereo.

Prima di lanciare l'aquilone, stabiliremo esattamente la direzione del vento gettando in alto una piccola palla di carta leggera. Una persona deve tenere in alto l'aquilone prendendolo per la parte inferiore, ossia in modo tale che la superficie concava sia rivolta in direzione opposta a quella del vento (figura **529**). Esattamente in questa direzione, ma circa 30 m piú lontano, deve trovarsi una seconda persona con il rocchetto dello spago. Nel momento in cui la persona che tiene la corda inizia a correre contro vento, bisogna lasciare libero l'aquilone, dopo avergli dato un leggero colpo verso l'alto. Se sale in alto in modo esatto, si può lasciar scorrere gradualmente la corda e infine fermarsi. Quando il vento è favorevole, non è difficile far salire un aquilone all'altezza di 100 m, ma in questo caso è necessaria una corda lunga il doppio o ancor di piú. Dato che il vento esercita una grande forza di trazione sull'estremità della corda che si tiene in mano, risulta difficoltoso avvolgere e svolgere una corda cosí lunga; è meglio quindi costruire un argano che si possa fissare facilmente al suolo. (Per la costruzione e le misure vedi figura **530**.)

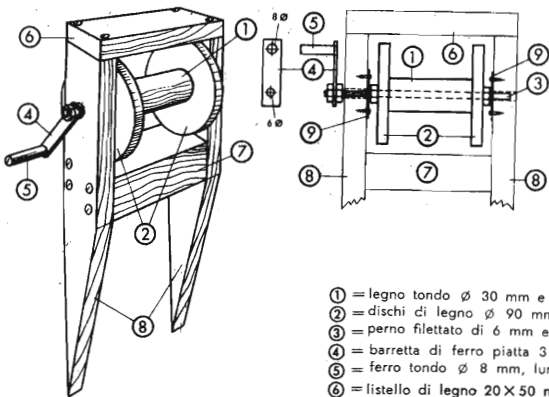



Fig. 530. Argano per l'aquilone.

Il rocchetto della corda, che è formato da un pezzo di legno tondo (1) e da due dischi di legno (2), è fissato a un perno filettato (3) del diametro di 6 mm munito di due dadi. Per far funzionare questo perno dobbiamo praticare un foro di 6 mm esattamente nel centro delle parti (1) e (2). Se non troviamo un perno simile nel negozio di ferramenta, facciamo tagliare da un fabbro una vite di 6 mm, che però ad una estremità deve rimanere, per 25 mm, senza filettatura. Pratichiamo poi un foro di 7 mm nelle due parti laterali del telaio (8), per infilarvi l'asse del rocchetto; assicuriamo al telaio, nella parte interna, due piastrine di ferro (9) che servono da cuscinetti. Infine avvitiamo saldamente, con due dadi all'estremità dell'asse, la manovella (4), dopo avervi inchiodato l'impugnatura (5). (Per inchiodare, trapanare e filettare v. il capitolo XIV.)

Volo planato e volo a vela.

Come è noto, il falco, che compie lentamente i suoi giri nel cielo con le ali distese, non solo può mantenersi ad una determinata altezza, ma può anche salire piú in alto senza dare il minimo colpo d'ala. La meravigliosa capacità degli uccelli di farsi portare senza alcuno sforzo, ma soltanto sfruttando le correnti d'aria, era senza dubbio nota da tempo immemorabile; tuttavia, soltanto alla fine del XIX secolo (Otto Lilienthal, 1890) si imitò per la prima volta con successo il volo planato degli uccelli. Anche in questo campo, come per le altre innumerevoli invenzioni, la natura ha offerto il miglior esempio: i nostri odierni aeroplani non rappresentano in sostanza che un'imitazione della posizione del corpo degli uccelli durante il loro volo planato (fig. **531**). Perché una tale disposizione di superfici renda possibile il volo planato, lo si potrà facilmente comprendere dalle precedenti spiegazioni del principio su cui si basa il volo dell'aquilone.

Fig. 531. Corpo dell'uccello e sagoma dell'aereo.

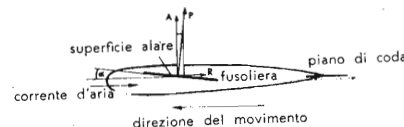



Fig. 532. Spinta ascensionale dell'aeroplano.

Nella figura **532** è disegnata la disposizione di una superficie portante, vista lateralmente. Essa si trova in movimento nella direzione indicata dalla freccia, o — il che è uguale — è colpita da una corrente d'aria diretta in senso opposto. La corrente d'aria che colpisce l'ala portante inclinata di un angolo α le conferisce una spinta **A** e una resistenza **R**. Se si vuol mantenere l'ala portante nell'aria, la spinta deve essere tale da poter bilanciare la forza di gravità che la

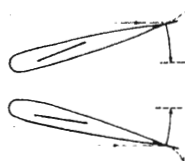



Fig. 533. Effetto stabilizzatore del piano di coda.

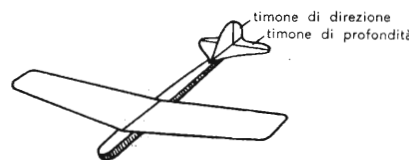



Fig. 534. I timoni dell'aeroplano.

spinge verso il basso, e la resistenza dell'aria deve essere cosí piccola da non arrestare il movimento dell'ala portante contro corrente. Si otterranno entrambe le cose se l'inclinazione dell'ala portante, ossia l'angolo d'incidenza α, sarà molto piccola. Che funzione ha allora la coda, il piccolo piano alare posteriore degli uccelli o degli aeroplani? Come è noto, si può mantenere la necessaria inclinazione della superficie di un aquilone soltanto se quest'ultimo conserva il debito angolo d'inclinazione con l'aiuto dei quattro tiranti e della fune, ossia se è stabilizzato. Per gli uccelli e per gli aeroplani questo avviene mediante la superficie della coda che costringe la fusoliera, e cosí anche l'ala portante anteriore, a mantenere la giusta posizione. Si capirà facilmente come la corrente d'aria che passa lungo la superficie della coda cerchi di portarla nella posizione che le offra la minima resistenza. Questo è appunto il caso — come indica la figura **533** — che si verifica quando la superficie della coda non presenta alcuna inclinazione rispetto alla corrente d'aria. Da ciò deriva la possibilità di poter influenzare, inclinando la superficie della coda, l'assetto longitudinale di volo. Se osserviamo attentamente un uccello durante il volo planato, potremo notare come esso, sollevando la coda, voli verso l'alto, mentre abbassandola voli verso il basso. Cosí, negli aeroplani, si costruisce mobile non l'intera superficie della coda, bensí soltanto l'ultima parte della stessa, il cosiddetto timone di profondità (fig. **534**).

In questo modo, tuttavia, si ottiene soltanto una stabilità longitudinale: sorge ora il problema di evitare una rotazione dell'aeroplano intorno al suo asse verticale o longitudinale (stabilità direzionale e laterale). Anche in questo caso, il migliore modello a disposizione dell'uomo è stato il corpo degli uccelli. Il loro corpo snello e affusolato, la cui forma ideale oppone la minima resistenza all'aria, fu imitato anche per la fusoliera dell'aeroplano. L'aeroplano ha inoltre una superficie di stabilizzazione verticale nella coda, la cui estremità è mobile e serve da timone di direzione (fig. **535**). L'uccello non ha bisogno di alcun timone di direzione, poiché può dare alla coda qualsiasi posizione e nello stesso tempo usarla come timone di direzione e di stabilizzazione: la tecnica non può certo imitare una simile opera della natura. L'uccello raggiunge la stabilità laterale per il fatto che non tiene distese le ali durante il volo planato, bensí leggermente piegate a forma di V. Ad ogni cambiamento involontario di direzione, l'ala inclinata verso il basso riceve una spinta maggiore, riportando il corpo dell'uccello nella posizione intermedia (fig. **536**: **b** è quasi il doppio di **a**). L'aeroplano ha imitato anche questo tipo di stabilizzazione.

Abbiamo parlato sinora dei piani portanti e abbiamo messo in rilievo quali forze agiscano. In realtà, la corrente d'aria che scorre lungo una superficie piana forma dei rigurgiti, parte dell'aria sfugge verso l'alto sopra il bordo d'entrata della superficie e agisce solo parzialmente su di essa. Come si possa evitare questo spreco di energia, ce lo indica di nuovo il miglior costruttore di aeroplani, la stessa natura. Osservando attentamente l'ala di un uccello, troviamo che questa non è piatta, ma leggermente arcuata (v. fig. **537**), inoltre il bordo d'entrata è smussato e arrotondato mentre quello posteriore è piuttosto affilato. Basandosi su questo modello, la scienza ha trovato, dopo prove effettuate nelle gallerie aerodinamiche, una forma ancor piú opportuna (fig. **538**), che è applicata oggi ovunque nella costruzione di aeroplani. Investendo d'aria il profilo rappresentato nella figura **538**, si determina nella parte superiore un risucchio, che ammonta ai due terzi della spinta totale. Il risucchio è dovuto al fatto che le particelle d'aria — che si dividono nel punto di contatto — devono compiere lungo la parte superiore della superficie un percorso piú lungo, per cui devono scorrere piú rapidamente esercitando una forza aspirante. In questo modo si confuta l'errata opinione secondo la quale l'aeroplano durante il volo è appoggiato ad un cuscino d'aria. Il piccolo esperimento seguente ce lo proverà in tutta chiarezza.

Fig. 535. Effetto del timone di direzione.

Fig. 536. Disposizione a V delle ali e suo effetto.

Fig. 537. Sezione d'un'ala di uccello.

Fig. 538. Profilo d'un'ala di aeroplano.

Fig. 539. Questo esperimento mostra il risucchio di una superficie arcuata.

Prendiamo una cartolina postale, pieghiamola e inarchiamola come nella figura **539**; appoggiamola ora ad un ferro da calza e soffiamo dall'alto perpendicolarmente su di essa: vedremo allora l'effetto dell'aspirazione. Le frecce indicano la direzione in cui si deve soffiare, **S** indica il ferro da calza, **P** è la cartolina postale e $\mathbf{P}_1$ indica la posizione che la cartolina assume mentre si soffia.

Una superficie alare cosí profilata, in effetti, offre alla corrente d'aria la minima resistenza e la lascia defluire senza formare vortici o ristagnamenti. Questa profilatura dell'ala portante, dunque, aumentando notevolmente il rendimento del volo, ha una grande importanza nella costruzione degli aeroplani.

Dopo aver scoperto cosí la struttura necessaria a un aliante, studieremo ora piú da vicino il volo a vela. Supponiamo dapprima che un aliante scenda in volo, planando, e che non vi sia vento. In questo caso la corrente d'aria — che provoca la spinta nell'ala portante — è prodotta soltanto dal movimento proprio dell'aereo; essa tuttavia si manterrà — in caso di aereo senza motore e prescindendo dal colpo dovuto al lancio — soltanto per il fatto che la forza di gravità tende a trascinare l'aereo verso il basso. Ne deriva naturalmente che nel volo planato l'aereo perde sempre quota e che il luogo di decollo deve trovarsi sempre piú in alto di quello d'arrivo. Questa perdita di quota esprime l'indice di qualità nel volo planato. Tale indice è dato dal rapporto numerico tra perdita di quota e distanza. Quanto piú piccolo è l'indice, tanto piú grande è la distanza di volo e anche il rendimento dell'aereo (fig. **540**).

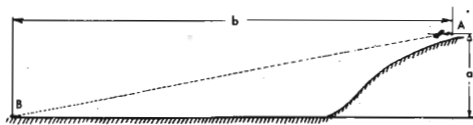



Fig. 540. Traiettoria nel volo planato.

Se **a** è 100 m e **b** 1500 m, il rapporto (indice di discesa) è 1 : 15. È evidente che l'indice di discesa sarà tanto piú piccolo (e la traiettoria tanto piú lunga) quanto piú leggero sarà l'aereo in proporzione alla grandezza dell'ala portante e quanto minore sarà la resistenza che l'aria oppone al suo movimento.

Ma come si presentano i rapporti quando l'aereo decolla contro una corrente d'aria? In questo caso la velocità con la quale l'aria scivola lungo le superfici portanti, sarà notevolmente piú alta che nel caso di un volo planato in aria calma, poiché le masse d'aria attraversate vengono incontro alla superficie portante ad una determinata velocità. Tuttavia noi sappiamo che la spinta prodotta da una superficie inclinata aumenta con la velocità dell'aria; l'angolo di discesa diventa cosí piú piccolo e la traiettoria piú lunga. Tuttavia dobbiamo aver commesso un errore nelle nostre considerazioni, perché, altrimenti, dovrebbe essere possibile salire molto in alto, quando soffia un forte vento; ma nemmeno gli uccelli, in questo caso, possono volare senza battere le ali. Abbiamo infatti osservato che anche la resistenza aumenta con la velocità del vento e agisce in direzione opposta al movimento in avanti dell'aereo. Senza il movimento proprio, l'aereo si troverebbe come una foglia in balía del vento, perderebbe la sua stabilità e la sua capacità di direzione, verrebbe spinto indietro ed infine dovrebbe cadere al suolo per influsso della forza di gravità e della semplice resistenza.

L'aereo, quindi, potrà anche in questo caso salire finché la sua energia cinetica — acquisita al decollo — non si sarà quasi completamente consumata e poi dovrà, con l'energia cinetica residua, iniziare di nuovo un volo planato diretto verso il basso per poter superare la resistenza dell'aria.

C'è tuttavia ancora un mezzo per mantenersi nell'aria con l'aiuto di un aereo senza motore, anzi, per poter guadagnare ancora quota ed eseguire voli a vela: sfruttare le correnti ascensionali.

Ogni dosso di monte che si stende per lungo tratto produce una corrente ascensionale perché il suo pendío fa deviare verso l'alto il vento diretto orizzontalmente, come appare nella figura **541**. Supponiamo che un aereo decollato da un pendío con aria calma, compiendo quindi un volo planato si sia abbassato al punto **A** nel percorrere la distanza orizzontale **b** e che, per il manifestarsi di una corrente ascensionale, l'aria salga nello stesso tempo da **A** verso **B**. Ne deriva allora che l'aereo, dopo aver percorso la distanza **b**, si troverà sul punto **B**, ossia che non avrà perso quota. Se la corrente ascensionale ha una velocità ancora maggiore, allora l'aereo verrà spinto oltre il punto **B**, guadagnando cosí quota rispetto al luogo di decollo. Sfruttando abilmente le correnti ascensionali, è cosí possibile eseguire lunghi voli e sorvolare, a notevole quota, addirittura il luogo di decollo. Questi voli, detti a vela, non vengono però eseguiti nella direzione indicata nella figura **541**, bensí sempre lungo il bordo longitudinale del pendío, ad una determinata distanza dallo stesso, come indica l'aereo **F** della figura.

Oltre alla corrente ascensionale del pendío esiste anche la cosiddetta corrente ascensionale termica.

Parlando del paracadute abbiamo già accennato al fatto che esistono correnti d'aria dirette dal basso verso l'alto. Esse si manifestano là dove il suolo, per radiazioni solari particolarmente forti o per la scarsa umidità, si riscalda molto di piú dell'ambiente circostante, per cui l'aria riscaldata sale verso l'alto accanto a quella piú fredda.

L'aria riscaldata sale e raggiunge altezze anche superiori ai 2000 metri. Essa viene indicata con il nome di termica. La velocità di salita aumenta con la progressiva distanza dal suolo ed è, a 300-400 m di altezza, già abbastanza forte da sostenere un aliante con equipaggio umano e spingerlo persino oltre i 2000 metri d'altezza.

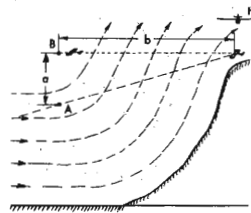



Fig. 541. L'effetto di una corrente d'aria contro un pendío.

Possiamo perciò ben immaginare quale magnifica sensazione provoca un simile volo senza alcuna spinta dovuta a motori; ed è perciò comprensibile come questo sport abbia riscosso tanto entusiasmo e si sia diffuso ovunque. Si possono eseguire perfetti voli planati e a vela anche con modelli piccoli. Occuparsi del volo a vela non è soltanto istruttivo, dato che anche giocando s'imparano le leggi della aeromeccanica e dell'aerodinamica, ma anche molto attraente ed emozionante. Quando un piccolo modello di aliante veleggia per alcuni minuti davanti a noi, scompaiono tutte le differenze tra grande e piccolo e il minuscolo apparecchio si trasforma in un vero aeroplano che misteriosamente percorre la sua rotta.

Volo a motore.

Dopo i primi riusciti tentativi di Lilienthal, si pensò di dare agli alianti, con l'applicazione di un'elica, una propulsione che aiutasse a superare la resistenza dell'aria e conferisse perciò all'aereo una velocità orizzontale capace di sollevarlo dal suolo. (Il confronto con l'aquilone, che noi correndo facciamo salire con l'aiuto di una corda, ci permette di capire gli effetti di questa propulsione.) Dato che la fonte di energia doveva essere abbastanza leggera, si prese in considerazione il motore a benzina, che tuttavia, in quel periodo, era ancora troppo pesante; dovettero perciò trascorrere ben tredici anni prima che i fratelli Wright, nel 1903, riuscissero ad eseguire un volo con motore.

Nel 1910 volarono in Italia i primi aeroplani costruiti dagli ingegneri Marchetti e Caproni, e circa otto anni piú tardi fu superato l'Oceano Atlantico. Il volo a motore si è successivamente sviluppato con incredibile rapidità, sia per il lavoro pionieristico di molte imprese civili per il traffico aereo, sia per i lavori eseguiti durante le due guerre mondiali che richiedevano aerei sempre piú veloci ed efficienti. Dopo la prima guerra mondiale fu soprattutto la « Lufthansa » tedesca che sperimentò le rotte sui continenti e gli oceani. Nel 1920 si iniziò il traffico aereo regolare tra i paesi europei e nel 1931 quello con l'Asia orientale; nel 1932 venne inclusa anche l'America del Nord. Sino allo scoppio della seconda guerra mondiale fu possibile un traffico aereo nelle proporzioni attuali.

Gli aerei di quel periodo offrivano già una notevole sicurezza ed erano molto efficienti. Diversi modelli di aerei costruiti in quegli anni esercitano ancor oggi un grande fascino sul costruttore di aeromodelli.

Dal 1945 il traffico aereo è enormemente aumentato. Con i moderni aerei, il cui rendimento in velocità e portata sembrava, vent'anni or sono, ancora irraggiungibile, si può oggi arrivare, in poche ore, in quasi tutte le parti del mondo. Con aerei come il Convair 340, il Lockheed-Superconstellation, il Vickers Viscount, per citare soltanto i piú noti, si possono raggiungere l'America del Nord e del Sud, tutta l'Europa e l'Oriente.

Nel 1927 Lindbergh volò per la prima volta dall'America in Europa senza scalo con un aereo speciale, un Ryan Schulterdecker, con un motore di 360 HP. Oggi volano ogni giorno centinaia di aerei su tutti gli oceani e un volo dall'America in Europa senza scalo è divenuto ormai comune come un viaggio in ferrovia. Il Superconstellation, per esempio, ha quattro motori di 3300 HP e vola con 80 passeggeri a bordo ad una velocità di 500 km all'ora. Nel 1960 sono entrati in funzione nuovi aerei a reazione « intercontinentali » del tipo Boeing 707, che volano a 10.000 metri di quota, ad una velocità di 900 km all'ora; in circa otto ore, con 132 passeggeri a bordo, percorrono la distanza tra Roma e New York. Si è già trattato a pagina 107 del funzionamento di un motore a pistone, che rappresenta la fonte d'energia per gli aerei ad elica. Qui parleremo soltanto brevemente del cosiddetto motore a reazione, chiamato anche « a getto ».

Nel tentativo di aumentare la velocità, si è notato che la resistenza dell'aria diventa straordinariamente grande in vicinanza della velocità sonica (332 metri al secondo) e che all'aereo si oppone come un muro, anche se l'aria è molto rarefatta, come nella stratosfera. Per vincerla si è fatto ricorso alla propulsione a reazione, nella quale si utilizza, invece del movimento dell'elica la spinta diretta del gas di scarico. Un motore a reazione è formato essenzialmente da tubi installati nella fusoliera o nell'ala portante. L'aria, che entra dall'apertura anteriore, viene aspirata da un compressore, mescolata con carburante, compressa e portata all'accensione. I gas di combustione, che si scaricano con grande velocità dall'apertura posteriore ristretta dei tubi, mettono in moto, nel loro cammino verso l'apertura di uscita, anche una turbina collegata direttamente al compressore, che cosí non abbisogna di una separata fonte di energia. Aeroplani sperimentali con un motore a getto hanno già raggiunto e superato velocità di 2500 km all'ora, superando cosí di molto la velocità sonica. Il turboreattore rappresenta un compromesso tra il motore a reazione e quello a pistoni; in essa una turbina a gas mette in moto l'elica attraverso un riduttore ad ingranaggi. I gas di scarico, espulsi dietro la turbina, danno qui una spinta supplementare (fig. **542**).

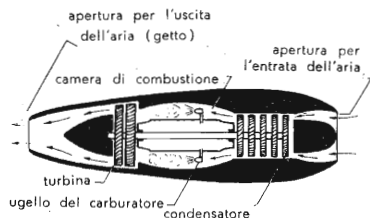



Fig. 542. Rappresentazione schematica di un motore a reazione in sezione.

Per i voli nel cosmo tutti questi tipi di motori non sono utilizzabili, perché essi hanno bisogno di ossigeno, ossia di aria, che, come è noto, non si trova oltre l'atmosfera. Per questo scopo si ricorre alla propulsione a razzo che si basa ugualmente sulla reazione dei gas di combustione, prodotti però da combustibili liquidi o solidi. Con l'aiuto di missili a piú stadi si sono costruite, come tutti sanno, « lune artificiali », che girano per lungo tempo intorno alla Terra al di fuori dell'atmosfera. Per gli aerei con equipaggio umano si è impiegata sinora la propulsione a razzo unicamente per imprimere l'accelerazione di decollo agli aerei a reazione.

Considerato da un punto di vista generale, un aereo a motore si differenzia da un velivolo a vela soltanto per la propulsione, ossia per il motore e per l'elica, e per il carrello, mediante il quale può rullare sul suolo al momento del decollo e dell'atterraggio. (Negli idrovolanti al posto del carrello vi sono galleggianti, oppure la fusoliera ha la forma di uno scafo.)

Costruzione di aeromodelli

(di Helmut Ziegler)

Chi sceglie l'aeromodellismo come hobby, trova una sfera di attività molteplice e vantaggiosa, poiché si possono costruire modelli di alianti, di aerei a motore, a volo libero o a volo frenato, di diversi tipi e di diversa grandezza, e ogni singolo modello ha un proprio fascino. Cosí questo hobby offre la possibilità di vivere sempre qualcosa di nuovo, di acquistare esperienza e di cimentarsi sportivamente anche in gare. Per queste gare le associazioni sportive hanno suddiviso gli aeromodelli in determinate categorie ed hanno fissato norme particolari. Tuttavia non si dimentichi che il significato e il fine di ogni modello costruito non devono essere soltanto la gara e il desiderio di stabilire dei primati, bensí anche la gioia del costruire con successo e il piacere di esercitare un'entusiasmante attività.

Le pagine seguenti offriranno una selezione di aeromodelli già sperimentati che presentano ciascuno le caratteristiche di una data categoria di modelli e della loro struttura. Chi ha costruito con successo questi modelli ed ha imparato ad avere dimestichezza con gli attrezzi ed il materiale necessari, potrà cimentarsi con fiducia in costruzioni piú difficili.

Materiale per la costruzione di aeromodelli.

I nostri padri costruivano modelli con canne di bambú, seta e carta giapponese, incollavano con colla da falegname, colla di pesce o colla d'amido e usavano per la propulsione motori ad aria compressa o ad elastico. In seguito si costruí con legno compensato, o con listarelle di legno di pino; si usò colla a freddo e si volò con motori a benzina. Oggi si usa come materiale da costruzione soprattutto il legno di balsa, che è molto leggero e che può essere facilmente lavorato. Per le parti piú importanti si può difficilmente sostituire il legno compensato e le listarelle di legno di pino, mentre per rivestire, la carta giapponese è ancor sempre la migliore.

L'industria chimica mette oggi a nostra disposizione una quantità di sostanze adesive che sono notevolmente migliori delle precedenti: per il balsa,

collante a presa rapida; per i legni duri, colle a base di resine sintetiche; per il rivestimento, collanti fluidi.

Per quanto riguarda le vernici, useremo quella alla nitrocellulosa, che si essicca rapidamente ed è resistente all'umidità e ai carburanti. Per la propulsione useremo motori piccolissimi che funzionano secondo il principio Diesel o dell'accensione a incandescenza. Tuttavia il motore ad elastico è ancora oggi molto popolare per i modelli piú piccoli.

La lavorazione del legno di balsa.

Il balsa, che cresce nell'America centrale, contiene moltissima aria, per cui è leggero quasi quanto il sughero. Lo si può trovare in diverse qualità e tipi e viene fornito in assicelle lisce di diverso spessore. La maggior parte dei negozi specializzati dispone di tutti gli spessori, da 1 a 10 mm. Anche la larghezza è per lo piú di 75-100 mm, la lunghezza di 750-1000 mm. Si può ricevere il materiale anche in blocco.

Le diverse qualità del balsa si distinguono per il loro aspetto e il loro peso. Ci sono tipi teneri, che sono particolarmente leggeri e che, perciò, hanno una resistenza minore. Si usano per i rivestimenti e per altre parti che non devono subire alcuna sollecitazione. Il balsa tenero è per lo piú molto chiaro o rossiccio, e premendolo vigorosamente con le dita si provocano avvallamenti. Noi useremo per lo piú le qualità dette semidure. Esse non cedono piú alla pressione delle dita, sono un po' piú pesanti e di colore *beige* con una caratteristica struttura fibrosa. Questo tipo resistente può avere una superficie del tutto caratteristica, nella quale, a seconda del taglio operato dalla sega rispetto agli anelli, è visibile una tipica disposizione a dadi. Il legno è, in questo caso, particolarmente solido e atto per il piano alare e per i timoni, mentre il legno marezzato, flessibile, è usato per i longheroni e per fasciami esterni. Per le fusoliere, costruite secondo il sistema a strati (applicato anche nella costruzione di modelli di navi), vi sono tipi particolarmente duri e pesanti, che non si distinguono piú per il peso dal legno di tiglio. Sono per lo piú grigi argentei e mostrano una struttura fibrosa. La lavorazione del balsa è facile. Con un affilato coltello, o una sega da traforo, carta vetrata e una lima, gli si può dare ogni forma.

Per disegnare sul balsa usiamo possibilmente una matita morbida nel caso in cui non ricalchiamo. Le penne a sfera non sono raccomandate, perché la loro sostanza colorante viene sciolta dalla vernice e in seguito può deturpare l'intero modello; infatti essa riesce a penetrare talvolta attraverso la verniciatura piú perfetta. Il balsa si taglia facilmente con un affilato coltello, che viene guidato come una penna lungo il bordo di una riga d'acciaio (ved. fig. **543**). Tuttavia non si riesce a tagliare subito l'intero spessore, ma occorre ripetere l'operazione piú volte. Specialmente la prima volta si badi alla corretta posizione del coltello vicino alla riga, anche se le fibre non sono del tutto parallele al bordo della riga. Se si è impressa una prima decisa traccia nell'asse, il coltello procederà, in seguito, quasi da solo. Ci si eserciti dapprima a tagliare in modo diritto e a squadra su un pezzetto di legno di scarto. È opportuno limare piccole tacche, scanalature ecc., con una lima. Per quanto riguarda l'incollatura, è meglio spalmare prima leggermente di adesivo duro tutte e due le superfici del legno di balsa, lasciare poi asciugare, infine spalmare di nuovo un lato con lo stesso adesivo ed unire subito premendo. Finché non è asciutto, si fissi il balsa soltanto con spilli. Gli adesivi non aderiscono bene nei punti grassi; per questo motivo, non devono essere stesi con le dita.

Si proteggano le parti di balsa, che si trovano sul lato esterno del modello,

verniciandole oppure rivestendole. Il legno di balsa assorbe molto facilmente olio, umidità e sporcizia. Bisogna usare, dunque, dapprima della « Zaponlack » e si vernici poi con nitrolacca colorata o incolore.

Renderemo completamente lisce le superfici di balsa se, dopo la verniciatura, le levigheremo. A questo scopo stenderemo con un pennello una miscela, composta di talco, nitrolacca incolore e di una soluzione diluente al nitro che lisceremo con carta vetrata a grana fine, dopo che si è asciugata. Con due o tre pennellate, la superficie diventa liscia come la seta. Otterremo la massima resistenza se dopo aver rivestito la superficie con tela batista incollata con collante duro, la verniceremo di nuovo. Questi trattamenti delle superfici, tuttavia, comportano — in particolari condizioni — un notevole aumento di peso; si applicano, perciò, soltanto a modelli telecomandati e a propulsione, mentre non sono possibili per modelli di veleggiatori di balsa.

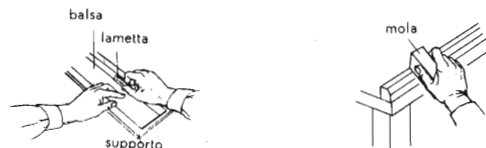



Fig. 543. Come si taglia e si leviga il legno di balsa.

Attrezzi.

Ci occorre:

1. Banco da lavoro, della grandezza di circa 60 × 90 cm, coperto da un piano dello spessore di almeno 15 mm e da un pezzo di robusto cartone liscio, quale base per tagliare il balsa, perché non si rovini il banco da lavoro.
2. Carta lucida per proteggere i modelli quando sospendiamo il lavoro e quando incolliamo.
3. Cubetto, pietra per arrotare, carta vetrata di diverse grane.
4. Tagliabalsa (temperino molto tagliente).
5. Raspa di legno e lima piatta.
6. Riga d'acciaio (o seghetto da metallo).
7. Piccola pinza a punta per piegare e tagliare fili d'acciaio.
8. Piccola morsa.
9. Morsetti elastici (mollette di legno per il bucato).
10. Spilli con capocchia di vetro.
11. Forbici.
12. Pennello, piatto e morbido, largo da 10 a 30 mm.
13. Sega da traforo con tavoletta e morsetto, lame medie e grandi.
14. Sega fine per legno compensato con manico a gomito.
15. Trapano a mano.
16. Trivella a mano con mandrino 10 mm e punte elicoidali da 1 a 10 mm.

Costruzione di un aliante.

(Vedi disegni costruttivi 1 alla fine del libro e tav. XXVII).

Gli alianti di balsa si costruiscono rapidamente, e perciò sono particolarmente adatti per i principianti. Rappresentano i modelli piú semplici, e, nel costruirli, si possono imparare le regole principali della tecnica del volo, e si

Costruzione di un modello di veleggiatore (Classe A 1).

(Vedi anche il disegno costruttivo 1 alla fine del libro).

Se abbiamo imparato, costruendo l'aliante, la tecnica per la lavorazione del balsa e le regole fondamentali del volo planato, possiamo cimentarci nella costruzione di un modello di veleggiatore. Prima, però, ecco alcune spiegazioni sulla suddivisione in categorie e sulle gare.

La suddivisione in categorie dei modelli di aliante è stabilita internazionalmente ed è valida anche in Italia.

Classe A 1: modelli di veleggiatori
superficie totale sino a 18 dm²
peso minimo di superficie 12 g al dm²

Classe A 2: modelli di veleggiatori
superficie totale 32-34 dm²
peso minimo 410 g.

Classe N 1: modelli di veleggiatori ad ala unica
superficie totale 32-34 dm²
peso minimo di superficie 12 g al dm².

All'inizio sembra strano che non venga prescritto il peso massimo, bensí il minimo. Il sistema costruttivo con balsa e l'abolizione di grandi fusoliere — come si costruivano un tempo — rendono possibile ad ogni principiante la costruzione di modelli ancor piú leggeri del peso minimo. Per questo motivo è quasi sempre necessario zavorrare con piombo il modello, perché esso raggiunga il peso minimo prescritto. Questo peso minimo è infatti necessario perché, altrimenti, i modelli rimarrebbero troppo a lungo in aria, anche con la piú leggera corrente ascensionale, pregiudicando l'andamento delle gare. Infatti, il regolamento prescrive anche un determinato periodo di volo — nella maggior parte dei casi soltanto 3 minuti — ed è squalificato chi supera questo limite. Inoltre, dopo questo tempo, il modello scompare alla vista. Ci si aiuta allora a far scendere il modello, dopo un certo tempo, mediante i cosiddetti « freni termici ». Anche il modello qui descritto è munito di un tale freno.

Si decolla con il cosiddetto decollo alto, traendo in alto il modello con un tirante, la cui larghezza massima è prescritta, come avviene con l'aquilone. Per evitare che il modello si perda in lontananza, nella maggior parte dei casi gli si applica anche un dispositivo che, al momento del decollo, tiene diritto il timone di direzione, ma che imprime — dopo che s'è staccata la corda per il lancio — un'ultima spinta perché il modello compia un movimento rotatorio. Cosí esso rimane piú vicino al luogo di decollo e sale piú lentamente nelle correnti ascensionali termiche. Anche il nostro modello ne è provvisto.

Si costruiscono anche modelli di alianti radiotelecomandati, per cui sono possibili, dopo decollo alto, sia voli partendo da un pendío, sia voli termici. Esistono infine anche comandi con bussola o con raggi luminosi; tuttavia la loro spiegazione esulerebbe dall'ambito di questo libro.

Il modello che esamineremo ora è dovuto a Horst Jung e Klaus Rose e fu costruito in grande serie, come modello per i principianti del club aeromodellistico di Osnabrück. Nonostante la sua semplice e robusta struttura possiede un'elevata capacità di volo. Impareremo cosí a costruire il tipo piú semplice di piani alari rivestiti e di timoni con nervature e longheroni, impareremo ad avere dimestichezza con la carta da rivestimento, con la vernice, con il decollo alto, con il funzionamento di un freno termico e delle virate comandate.

Elenco del materiale.

N.	*Numero dei pezzi*	*Nome*	*Materiale*	*Misure in mm*
1	23	centine dell'ala	balsa	spessore 2 mm
2	1	longherone d'entrata	balsa	5 × 7 × 1100
3	1	longherone centrale	pino	5 × 5 × 1100
4	1	bordo di uscita	balsa	2 × 13 × 1100
5	2	estremità dell'ala	balsa	2 × 50 × 150
6	1	sostegno per le ali	compensato	1 × 15 × 140
7	1	fissaggio ali	balsa duro	3 × 15 × 140
8	7	centine per timoni	balsa	spessore 2 mm
9	1	bordo d'entrata timone	balsa	2 × 5 × 290
10	1	longherone centrale timone	pino	2 × 2 × 290
11	1	bordo di uscita	balsa	2 × 5 × 290
12	2	estremità del timone	balsa	2 × 10 × 80
13	1	sostegno dei timoni	balsa	2 × 15 × 80
14	1	piano centrale della fusoliera	compensato incoll. 5 volte	5 × 35 × 270
15	2	pareti della fusoliera	balsa	5 × 35 × 790
16	2	regoli di distanza	balsa	3 × 5 × 500
17	1	timone di direzione	balsa	2 × 45 × 70
18	1	piano mobile dei timoni	balsa	2 × 15 × 45

Per i freni e per i ganci occorrono circa 50 cm di filo d'acciaio del diametro di 1 mm; 10 cm di filo di ferro del diametro di 1 mm, un po' di tubo d'alluminio del diametro di 2 mm.

Per il rivestimento 2 fogli di carta giapponese del peso di 8-10 g per m²; 100 cm³ di vernice, colla cellulosica dura, un barattolo piccolo di nitrolacca incolore, circa 80 g di pallini di piombo, una striscia di lamiera di piombo dello spessore di 2-3 mm, circa 60 g di colla a freddo.

Refe, corda di perlon del diametro di 0,5 mm. Il legno di balsa deve essere di durezza media, salvo diversa indicazione.

Nella figura **547** è rappresentato, schematicamente, il modello con le misure nelle tre vedute principali. I piani delle parti piú importanti sono disegnati, nel disegno n. 1, nella loro grandezza naturale.

Il piano alare. Ricalchiamo prima il contorno della centina (1) su un pezzo di robusto legno compensato dello spessore di 1 mm e poi ritagliamo o seghiamo questa centina. Levighiamo ora con cura i margini e intagliamo, meglio se con una lima, le scanalature per i longheroni. Appoggiamo ora questa sagoma delle centine sul balsa dello spessore di 2 mm e ritagliamo con il tagliabalsa 23 centine. Si raccomanda di seguire questo metodo, anziché ottenere subito, da 23 strisce di balsa, tutte le centine, poiché ciò riesce piuttosto difficile ai principianti. Tutte le centine devono essere esattamente uguali. Distruggiamo subito gli scarti per evitare confusioni.

Tagliamo dal balsa le due estremità delle ali (5) (spessore 2 mm), badando però alla direzione delle fibre. Nella maggior parte dei casi li possiamo ottenere solo incollando insieme due assicelle di balsa, perché esse sono raramente piú larghe di 100 mm.

Tagliamo il longherone d'entrata (2) e il bordo d'uscita (4) dal balsa dello spessore di 5 o 2 mm, se non li troviamo in un negozio di modelli.

Ora dobbiamo disegnare in scala 1 : 1, secondo lo schema (fig. **547**), uno schizzo del piano alare, per potervi montare le singole parti. L'ala è formata da tre parti costruite separatamente. Prepariamo e montiamo per primo il longherone principale (3) per la piegatura delle estremità. L'angolo di piegatura sarà di 15°. Le parti esterne verranno collegate alla parte centrale (fig. **548**), senza essere incollate. Si dovrà fare attenzione che il taglio, per inserirvi le centine, sia fatto bene a squadra.

Fissiamo la pianta della parte centrale ad un'asse piatta, successivamente il longherone principale (3) su di essa, dopo averlo assicurato ulteriormente con

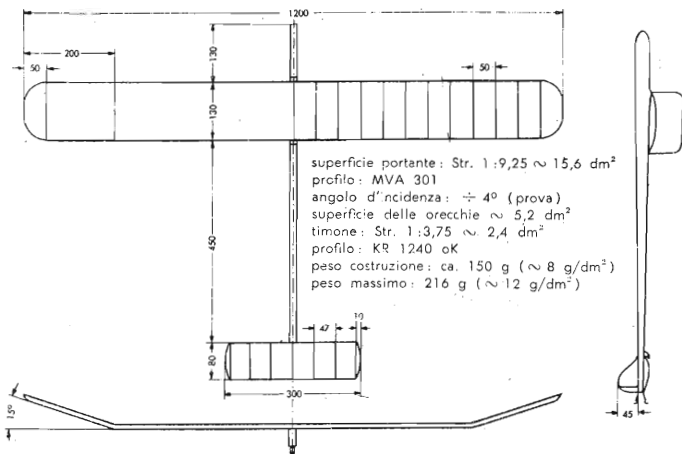



Fig. 547. Le misure principali del nostro modello.

un pezzetto di legno di scarto dello spessore di 3 mm. Ugualmente fissiamo sotto il bordo d'uscita (4) un pezzetto di legno di scarto dello spessore di 1 mm (fig. **549**). Il bordo d'attacco si trova cosí fissato direttamente al modello. Montiamo ed incolliamo ora le centine e, dopo aver controllato che la loro posizione sia perpendicolare, assicuriamole con spilli, finché non sono asciutte. Seguiremo poi lo stesso procedimento per le due superfici esterne.

Una volta asciutta, levigheremo l'intelaiatura del piano alare con carta vetrata a grana fine e limeremo pure, secondo il profilo, gli attacchi e i bordi d'uscita. Incolleremo poi le estremità delle ali lungo il bordo superiore delle ultime centine e, dopo averle lasciate asciugare, le levigheremo.

Ora possiamo procedere al montaggio dell'ala. Dopo aver fissato saldamente ad un'assicella piatta la parte centrale, monteremo le parti esterne. È meglio incollare il longherone principale con colla a freddo, mentre i bordi d'entrata e quelli d'uscita li incolleremo con collante cellulosico. Per controllare l'esattezza della piegatura, spingiamo una sagoma di cartone sotto il longherone principale e assicuriamo l'esatta posizione ottenuta fissandola con pezzetti di legno. Una volta asciutti, limeremo la piegatura e controlleremo ancora una volta che l'intera costruzione sia incollata a squadra.

Timone di profondità. Costruiamo dapprima un modello in legno compensato (8); tagliamo poi dal balsa 7 nervature, i bordi estremi (12) e il longherone alla lunghezza voluta. Costruiamo ora una pianta del timone secondo il disegno d'insieme del modello. Dopo aver rafforzato i bordi d'attacco (9) e il bordo anteriore della striscia finale (11) con legno di scarto dello spessore di 2 mm, fissiamoli al modello, cui vengono anche incollate le nervature e il longherone principale (10). Dopo averli limati, incolliamo i bordi d'attacco delle estremità delle ali parallelamente al bordo posteriore delle ultime nervature. Alla nervatura centrale fissiamo poi con refe e collante cellulosico un gancio d'acciaio per il freno termico (fig. **550**).

Foto 61. Un lancio ben riuscito del paracadute.

Foto 62. Un momento di tensione: la mongolfiera si alza.

Foto 63. Il modello di aliante categoria A 1.

Foto 64. Cosí si tiene l'aliante durante il lancio.

Foto 65. Aliante in balsa con motore ad elastico.

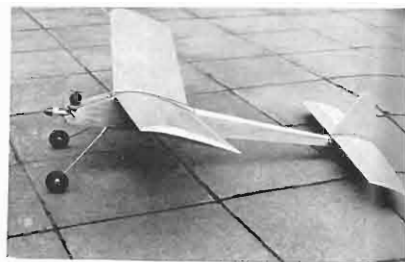



Foto 66.

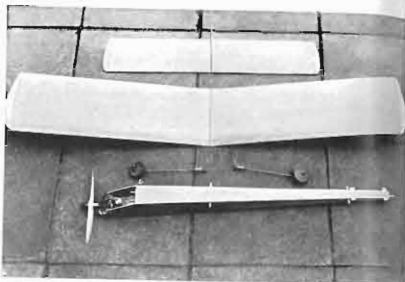



Foto 67.

Foto 68.

Foto 66. Modello di aeroplano azionato a motore.

Foto 67. Lo stesso modello, smontato per il trasporto.

Foto 68. Lo stesso modello, visto dal basso.

TAV. XXVII

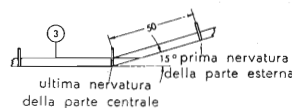



Fig. 548. Come si uniscono le tre parti dell'ala col longherone principale.

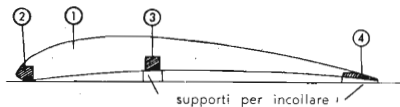



Fig. 549. Come si devono incollare il longherone principale, il bordo d'entrata e quello d'uscita alle centine.

Fusoliera. Possiamo ricalcare direttamente il pezzo mediano della fusoliera (14) e le due parti laterali (15). Queste ultime sono disegnate in due parti per mancanza di spazio, cosí che, dopo aver ricalcato separatamente le due parti — allontanate di 16 cm —, dovremo tirare poi le linee di collegamento mancanti. Tagliamo in seguito, dal compensato dello spessore di 5 mm, la parte mediana della fusoliera (14) e le parti laterali (15) da legno di balsa dello spessore di 5 mm. Formiamo, per il decollo alto, 3 ganci con filo d'acciaio da 1 mm e fissiamoli con refe e colla alla parte 14. Formiamo anche un gancetto per il freno termico e fissiamolo con refe e colla sul lato posteriore della parte (16) (ved. prospetto di fusoliera nel progetto di costruzione).

Stendiamo la parte (15) su un'assicella piatta e vi incolliamo sopra la parte (14) e le strisce distanziatrici (16) con colla a freddo, che permette di lavorare piú lentamente.

Una volta asciutta, incolliamo la seconda superficie laterale (15) e, successivamente, il sostegno dell'ala (6) e dei timoni (13), controllando, con la squadra, l'esatta posizione ad angolo retto. Arrotondiamo infine la fusoliera, come indicato nei disegni di sezione trasversale, e levighiamone la superficie. Con una punta da trapano di 3 mm pratichiamo nella fusoliera, sotto i sostegni del piano alare e nei due punti indicati, due fori.

Freno termico. È formato da due gancetti di filo d'acciaio del diametro di 1 mm (fig. **551**), che vengono assicurati al timone di profondità con refe e colla cellulosica. Fissiamo poi alla fusoliera, davanti al sostegno dei timoni, un ceppo di deviazione. Il freno termico agisce come segue: si passi un elastico sotto la fusoliera e lo si agganci ai due gancetti del timone di profondità. L'elastico tirerà il timone verso il ceppo di contrasto, facendogli assumere un angolo di 35°. L'estremità del timone di profondità, invece, viene tenuta nella posizione normale da un piccolo elastico teso tra il gancio della fusoliera e quello posteriore del timone. Una miccia della durata di circa 3 minuti (provate!), incastrata in questo elastico, rompe, dopo questo periodo di tempo, l'elastico, bruciandolo. Il timone allora fa un movimento verso l'alto e il modello è costretto cosí ad una rapida discesa (fig. **552**): esso scenderà, infatti, come una foglia fluttuante nell'aria. Un pezzetto di corda di nylon limita ulteriormente l'angolo di deviazione del timone di profondità.

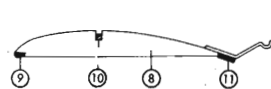



Fig. 550. Timone di profondità in sezione. Il braccio di filo d'acciaio per il freno termico viene fissato con spago e adesivo.

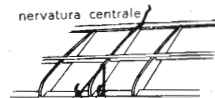



Fig. 551. Come si devono fissare i ganci anteriori per il freno termico al timone di profondità.

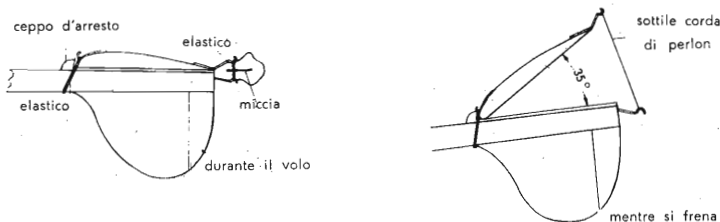



Fig. 552. Come funziona il freno termico.

Timone di direzione con comando di virata. È formato da un piano di deriva (17) e da un timone ad esso incernierato (18), mediante i quali si determinano le virate. Tagliamo le parti (17) e (18) dal balsa dello spessore di 2 mm, e arrotondiamone i bordi anteriore e posteriore. Uniamo poi le due parti a punto a croce, con cerniere oppure cucendole con filo di perlon (dello spessore di 0,5 mm). Il timone (18) deve risultare leggermente movibile.

Ora formiamo, come indica la figura **553**, i ganci e la staffa di deviazione con filo d'acciaio o di ferro e fissiamoli alle parti (17) e (18) con collante cellulosico. Incolliamo infine il tutto sotto l'estremità della fusoliera, badando accuratamente alla posizione a squadra e all'esatto allineamento.

Rivestimento. Questo lavoro non è molto semplice per i principianti e richiede una certa sensibilità. Cominceremo dapprima con il timone di profondità.

Come materiale di rivestimento, usiamo carta giapponese del peso di 8-12 g per m². Essa si trova anche in diversi colori; i colori vistosi facilitano il ritrovamento del modello, nel caso voli lontano.

Disegniamo sulla carta, dapprima, due volte il contorno del timone, e ritagliamolo lasciando un margine di 5 mm. Poi stendiamo sulla parte inferiore del timone, ossia sul bordo inferiore delle centine, sul bordo d'entrata e su quello di uscita, del Glutokx o Pelikanol e appoggiamovi leggermente la carta. Facciamo aderire dapprima le centine centrali, dopo aver tirato la carta verso destra e verso sinistra, da nervatura a nervatura, e premiamo con forza. Seguiremo pure lo stesso procedimento per rivestire i bordi d'entrata e d'uscita. Bisogna essere cauti, dato che la carta umida è molto sensibile. Quanto piú lavoreremo con cura, tanto piú bello sarà poi il modello.

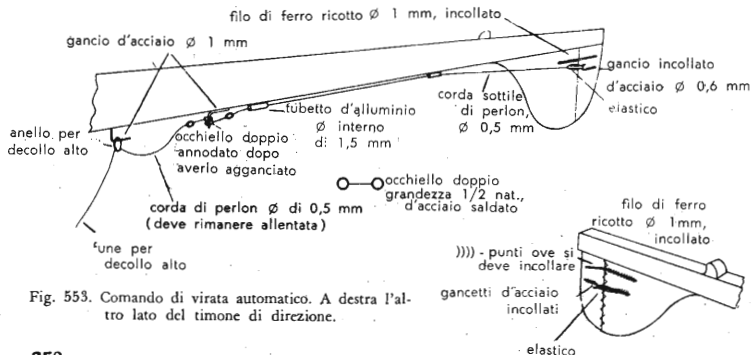



Fig. 553. Comando di virata automatico. A destra l'altro lato del timone di direzione.

Rivestita la parte inferiore, possiamo incollare intorno ai bordi d'entrata e d'uscita i 5 mm di carta sporgente; giunti al bordo d'entrata delle estremità delle ali, dobbiamo praticare nella carta alcuni tagli, per poterla incollare bene. Infine rivestiamo la parte superiore secondo il metodo descritto, e, al termine, tagliamo accuratamente con un rasoio la carta sporgente.

Avendo ormai fatto un po' d'esperienza, possiamo ora accingerci al rivestimento dell'ala, che avverrà in tre fasi. Dapprima rivestiamo la parte centrale, iniziando dalla parte inferiore. Dobbiamo badare in particolare che il rivestimento aderisca perfettamente ai bordi inferiori e al longherone principale, per poter ottenere un profilo perfetto. La carta che sporge verrà poi incollata di nuovo intorno ai bordi d'entrata e d'uscita; giunti alle centine, dovremo praticare di nuovo alcuni tagli per incollare bene il rivestimento. Essendo i fogli di carta giapponese non molto larghi, per ricoprire la parte centrale ne occorreranno ogni volta due, che sovrapporremo presso la centina centrale. La parte superiore della sezione centrale viene ora ugualmente ricoperta, e, all'altezza dei bordi d'entrata e d'uscita pratichiamo dei tagli nella carta sporgente, che sarà poi incollata, verso l'interno, sulle nervature piegate.

Infine si ricoprano le ali, cominciando dapprima dal basso, per cui il rivestimento girerà anche sotto il bordo d'attacco delle estremità delle ali. Giunti alle pieghe, sovrapponiamo circa 5 mm di carta e incolliamoli intorno ai bordi d'entrata e d'uscita come pure ai bordi delle estremità delle ali.

Dopo aver rivestito le parti superiori delle ali, abbiamo terminato questa parte di lavoro. Tagliamo poi la carta che sporge con il rasoio.

Da ultimo ricopriamo la fusoliera e il timone di direzione, facendo semplicemente aderire la carta.

Il rivestimento è, tuttavia, ancora piuttosto sensibile e floscio. Per renderlo piú teso e piú resistente alle intemperie si deve usare della vernice. Per il nostro modello bastano circa 100 cm³ di vernice.

Dapprima ne versiamo circa un terzo in un recipiente pulito, di vetro, aggiungendovi un po' di diluente. Dobbiamo essere prudenti, però, dato che entrambi sono facilmente infiammabili; lavoriamo, quindi, lontano dal fuoco e con finestre aperte!

Con un pennello di crine morbido, largo circa 3 cm, diamo prudentemente e con rapidi tocchi la vernice, cominciando dalla parte inferiore. Il rivestimento è infatti ancora sensibile ai colpi. Infine pitturiamo la parte superiore.

Fissiamo poi la parte, che superficialmente si è già asciugata, ad una assicella e lasciamo penetrare la vernice. Dopo che si è essiccata, verniciamola ancora una seconda e una terza volta, quest'ultima volta con vernice non diluita. All'ultima mano si possono aggiungere alcune gocce di olio di ricino, per aumentare l'elasticità.

Dipingiamo anche la fusoliera e i timoni con vernice non diluita e poi con nitrolacca, un poco diluita, colorata o incolore.

Soprattutto dopo l'ultima verniciatura, l'ala e i timoni di profondità devono rimanere stesi, finché non sia completamente essiccata la vernice, altrimenti si deformano.

Alla fusoliera incolliamo poi un pezzetto di carta con il nostro nome ed indirizzo e lo pitturiamo pure con vernice incolore.

Per il comando di virata fissiamo alla fusoliera, con collante duro (fig. **553**), due pezzetti di tubo d'alluminio e un uncino di filo d'acciaio.

Per rafforzare l'ala, incolleremo sotto di essa un'assicella di unione (7), che dovremo applicare sotto il longherone principale e il bordo estremo.

Infileremo nella fusoliera, attraverso appositi fori, due pioli rotondi di le-

gno di faggio, di 3 mm. Potremo cosí sospendere il modello per sostenerlo durante il montaggio.

Montaggio e bilanciamento. Fissiamo l'ala e i timoni con anelli di gomma e sosteniamo il modello al centro della fusoliera, circa 40 mm prima del bordo posteriore dell'ala. Normalmente il modello risulta troppo leggero davanti e ribalta. Dobbiamo allora riempire la camera della zavorra con tanti pallini di piombo, quanti bastano perché il modello stia in equilibrio. La camera della zavorra diventerà quasi piena e verrà chiusa con nastro adesivo. Un modello normale pesa, senza zavorra, circa 100 g. Per ottenere una corretta posizione di volo occorrono 70 g di pallini.

Con un modello di 18 dm², per raggiungere il carico alare di 12 g/dm² (prescritto per la categoria A1, nelle gare) dovremo aggiungere tanto piombo da coprire la differenza fra 216 g e il peso del nostro modello. Se la differenza fosse di 50 g, la elimineremo fissando due strisce di piombo alla fusoliera a destra e a sinistra del baricentro. Questa zavorra non è richiesta nel normale volo sportivo.

Se abbiamo montato il dispositivo del comando di virata (esso non è strettamente necessario, mentre non si dovrebbe mai rinunciare ai freni termici), dobbiamo ora applicare i necessari elastici ed il pezzetto di fune di perlon (come nella fig. **553**) e mettere in posizione centrale il timone di direzione, dopo averlo agganciato. A questo punto possiamo accingerci a provare il modello.

Prova del modello. Ci si deve accingere a quest'opera con calma, osservando la regola fondamentale di non intraprendere mai piú di un mutamento alla volta, altrimenti non si sa quale è efficace.

Sceglieremo una zona libera ed una giornata tranquilla, con atmosfera non umida e senza vento. L'erba alta rappresenta l'ideale, sebbene il proprietario di un prato non veda di buon occhio qualcuno che vi corra qua e là. Inizieremo con un semplice decollo a mano. Si deve tenere il modello per il baricentro o un poco dietro ad esso, e spingerlo in aria dall'altezza delle spalle, dopo averlo diretto leggermente verso il basso, in direzione opposta al vento. Il modello, allora, volerà in linea retta. Se esso si impenna e continua a volare descrivendo una linea ondulata, significa che contiene troppo poca zavorra; dobbiamo, quindi, riempire maggiormente la camera della zavorra. Il modello è infatti « cabrato ». Se invece volerà rapidamente verso il suolo, descrivendo una virata verso il basso, significa che è troppo pesante davanti, o « appruato ». Dobbiamo perciò togliere un po' di piombo dalla camera della zavorra. Tuttavia, procediamo a variazioni nel peso della zavorra soltanto se abbiamo constatato deviazioni realmente importanti dalla rotta esatta, deviazioni che si debbono ricollegare ad una errata posizione del baricentro.

Per un perfetto equilibrio aggiungiamo, se il modello è cabrato, un sottile pezzetto di balsa (dello spessore di circa 0,3 mm) o di cartone sotto il bordo d'uscita dell'ala o, se il modello è appruato, sotto il bordo d'entrata.

Se il modello ora compie un volo perfetto, assicuriamo con un po' di collante questi pezzetti di balsa.

Dopo ogni atterraggio, controlliamo l'esatta posizione dell'ala e dei timoni, prima di far decollare di nuovo il modello.

Soltanto con l'esercizio o con i consigli di compagni esperti si possono imparare le ultime raffinatezze del decollo. Ciò che importa, insomma, è ottenere un volo planato per un tratto il piú lungo possibile. Se il modello presenterà una tendenza a compiere virate — senza che noi abbiamo potuto notare quale causa di esse uno spostamento del timone di direzione o una posizione obliqua al momento del decollo — dobbiamo esaminare se il piano alare ed il timone di profondità hanno una posizione esattamente a squadra, ed anche se l'ala si è deformata. Se constatiamo questi difetti, possiamo eliminarli soltanto a casa, raddrizzando con cura il piano e dipingendo di nuovo con vernice diluita il rivestimento.

Chi, per motivi estetici, si sentisse urtato dalla vista della zavorra aggiunta esternamente alla fusoliera, può, dopo aver provato una volta il modello, tagliare la parete laterale della fusoliera al di sopra del baricentro ed incollare la zavorra nella cavità cosí ottenuta, chiudendo però di nuovo l'apertura. Dopo aver ottenuto un volo perfetto, possiamo cimentarci con un decollo alto.

Decollo alto. Per i primi tentativi scegliamo possibilmente una giornata senza vento e una zona libera. Quale fune per questo lancio, usiamo come massimo 50 m di filo di nailon (fune per lenze) del diametro di circa 0,3 mm. Abbiamo bisogno inoltre di un aiutante, con il quale dobbiamo intenderci bene. Egli non deve soltanto sapere di che si tratta, ma sarebbe anche opportuno se stabilissimo di usare un linguaggio a segni; per esempio, il braccio alzato equivarrà a: « tutto bene »; l'abbassamento del braccio a: « lancio »; l'agitare del braccio a: « qualcosa non va bene », quindi niente decollo.

Stabiliremo dapprima la direzione del decollo, che deve sempre avvenire contro vento.

Per il primo tentativo, svolgiamo soltanto 20 metri di corda. Attacchiamo l'anello al gancio anteriore e lasciamo momentaneamente il comando di virata come nelle prove di volo in linea retta. Lo starter prenderà ora in mano l'altro capo della corda, mentre l'aiutante terrà il modello con l'estremità della fusoliera leggermente diretta verso l'alto. La fune è ora tesa. A questo punto i due cominciano a correre: si accorgeranno subito se la velocità della corsa è giusta o meno. Senza accelerare, l'aiutante lascerà ora andare il modello, che dovrebbe salire rapidamente in linea retta (fig. **554**).

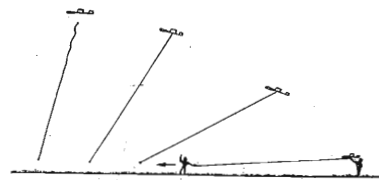



Fig. 554. Il modello nel decollo alto.

Lo starter deve badare che il suolo davanti a sé non sia accidentato, per poter osservare — correndo senza pericolo — il modello dietro di sé. Egli noterà come questo incominci a salire e guadagnare quota. Cosí egli potrà diminuire la propria velocità o persino fermarsi, in caso di decollo contro vento, o tornare indietro, finché il modello si troverà perpendicolarmente sopra il suo capo e, sorvolando il luogo di partenza, si allontanerà.

Se il modello tende, nel salire, a deviare lateralmente, si diminuisca la trazione; appena ritorna in posizione normale, si può continuare a trascinarlo; tuttavia, se aumenta la tendenza a virare, si getti via la fune per non trascinare al suolo il modello: nella maggior parte dei casi, il modello si allontanerà ed inizierà un volo planato. Si riprovi nuovamente, finché si sia trovata ed imparata la tecnica giusta, oppure si modifichi un poco la posizione del timone di direzione, piegando leggermente il bordo posteriore della deriva al quale è incernierato il timone.

Le ultime raffinatezze, relative all'assetto di volo, le possiamo imparare soltanto mediante precisi rilievi dei tempi di volo, per cui possiamo tentare graduali variazioni mediante i pezzi di balsa riportati sull'ala o agendo sul timone.

Il nostro modello ha tre ganci per il decollo alto. Tanto piú indietro lo si aggancerà, tanto piú il modello si troverà perpendicolarmente sopra di noi e tanto piú si potrà cosí sfruttare la lunghezza della corda. Il decollo alto è molto difficile proprio perché il modello può, con facilità, scivolare d'ala. In questo caso, soltanto l'esperienza ci sarà di valido aiuto.

Dopo lo sgancio, il modello deve planare lentamente e uniformemente, perdendo quota. Se si verificano tendenze a cabrare o a picchiare, lo si rimetta in equilibrio nel modo già descritto. Se, invece, il modello vola perfettamente al momento del decollo, possiamo tentare di sfruttare completamente la lunghezza della corda e di volare comandando le virate. Assicuriamo all'anello di decollo un altro pezzetto di fune di nailon e attacchiamolo al piolo al quale fa capo il tirante laterale sinistro del timone (fig. **553**). Se ora la fune si abbassa, essa stacca contemporaneamente il gancio del timone dal piolo e l'anello di gomma, fissato lateralmente al timone di direzione, tira il timone fino a deviarlo verso destra. Il modello inizierà allora, dopo essersi sganciato, una virata. Si eviterà cosí di correre anche per normali voli. Con 50 m di fune, si può infatti contare su almeno due minuti di volo, durante il quale un modello, che voli in linea retta, va già piuttosto lontano.

Quanto piú a lungo lasceremo virare il modello, tanto meno potrà sbandare. Non dobbiamo però dimenticare il freno termico. Tagliamo un adeguato pezzetto di miccia (il rimanente andrà a finire in una scatola ermetica) e incolliamola al nastro di gomma che unisce la parte posteriore del timone di profondità alla fusoliera. Immediatamente prima della partenza accendiamo la miccia (fig. **552**). Le micce si trovano a poco prezzo in negozi di modellismo, tuttavia possiamo anche fabbricarle da noi con stringhe impregnate di una soluzione al 10% di nitrato di potassio che, successivamente, faremo asciugare all'aria. Ne determineremo l'esatta lunghezza per minuto, provando diverse volte; ricordiamo, però, che la miccia al vento brucia piú in fretta che non con aria calma.

Aeromodelli a propulsione

Costruzione di un aliante di balsa con motore ad elastico.

(Vedi anche disegni costruttivi 1 e 2 alla fine del libro).

Il motore a elastico è il piú semplice e economico, per i modelli a volo libero. Lo si usa molto per i modelli sportivi, piccoli e semplici, che sono spesso conformi al vero e dai quali non si attendono grandi prestazioni (v. tav. XXVII, fig. 65).

In campo internazionale vola soltanto una classe di aeromodelli a propulsione, con motore elastico, la cosiddetta classe Wakefield (classe W - superficie totale 17-19 dm², peso minimo 230 g, peso massimo dell'elastico 50 g. Anche in questo caso si effettuano in volo diversi percorsi aerei di tre minuti al massimo, e si fanno scendere i modelli con il freno termico). I modelli di questa classe richiedono tuttavia grande esperienza e non sono quindi adatti ai principianti. Al contrario, costruire il piccolo modello di balsa qui descritto riuscirà facile a tutti coloro che hanno costruito con successo il veleggiatore di balsa descritto precedentemente. Il nostro modello può volare in modo stabile e sicuro, dopo un buon decollo, per circa 30 secondi.

Elenco del materiale.

N.	*Numero dei pezzi*	*Nome*	*Materiale*	*Misure in mm*
1	1	asse per fusoliera	balsa	3 × 70 × 370
2	2	asse per la testata	balsa	1,5 × 20 × 40
3	1	timone di direzione	balsa	1,5 × 85 × 90
4	1	tubo di supporto	ottone	diametro interno 2 mm lunghezza 20 mm
5	1	albero porta-elica	acciaio	diametro 2 mm
6	1	carrello d'atterraggio	filo d'acciaio	diametro 1 mm lunghezza 250 mm
7	1	pattino di coda	filo d'acciaio	diametro 1 mm lunghezza 100 mm
8	1	timone di profondità	balsa	1,5 × 60 × 200
9	1	ala	balsa	4 × 80 × 520
10	2	striscia di sostegno	balsa	3 × 3 × 80
11	1	tubo di torsione	carta da diseg.	85 × 290
12	2	ruote	compensato	1 × 20 × 20

1 cuscinetto di spinta a sfere con foro di 2 mm; 1 elica di plastica del diametro 280-200 mm; 70 cm di elastico, 2 × 4 mm, nitrolacca colorata o incolore, stagnola (si può ricavare dai pacchetti di sigarette), colla dura.

A poco prezzo possiamo procurarci l'elica e il piccolo cuscinetto a sfere in tutti i grandi negozi di aeromodellistica.

La fusoliera. Riportiamo il profilo della fusoliera sul legno e seghiamolo. Dopo aver piegato l'albero porta-elica secondo il disegno, infiliamolo nel mozzo dell'elica; montiamo il cuscinetto a sfere e il tubo di sostegno e formiamo poi il gancio per l'elastico. Pratichiamo nell'asse per la fusoliera l'incavo per il tubo di sostegno e incolliamo quest'ultimo con collante duro. Lo fisseremo ancor di piú incollando a destra e a sinistra i rinforzi (2).

Formeremo nel miglior modo il tubo di sostegno arrotolando della carta da disegno intorno ad un tondino del diametro di 12 mm, in due strati incollati. Questo tubo raccoglie la forza di torsione del motore a elastico e rinforza la fusoliera. Dopo che si è asciugato, incolliamolo con collante duro nella scanalatura della fusoliera, riempiendo accuratamente di colla le connessure.

Il timone. Dopo aver tagliato i timoni di profondità e di direzione, arrotondiamone i bordi con carta vetrata a grana fine. Incolliamo, con collante duro, dapprima il timone di profondità, poi quello di direzione, in modo che formino un angolo retto con la poppa della fusoliera. Le ruote vanno montate sul carrello e fissate internamente ed esternamente con pezzettini di balsa perché non cadano; devono, tuttavia, poter girare facilmente.

L'ala. Dopo averla ritagliata, levighiamone il profilo come è avvenuto per il veleggiatore di balsa. Poi seghiamola superiormente per 20 mm a destra e a sinistra della linea mediana; diamo alle sue estremità, dopo averla controllata con una sagoma, la giusta piega con piccole zeppe e incolliamo. Rafforzeremo ulteriormente il punto di piegatura con strisce di batista.

Sulla parte inferiore dell'ala incolliamo le strisce protettive, alla distanza di 3 mm. Esse uniscono l'ala alla fusoliera mediante un elastico teso trasversalmente e appeso a due capocchie di spilli, infilati nella fusoliera, come indicato nella figura **555**.

Il modello, ora finito, può essere verniciato. È meglio usare della nitrolacca diluita ed incolore, cui si potrà aggiungere un po' di colore blu chiaro o grigio.

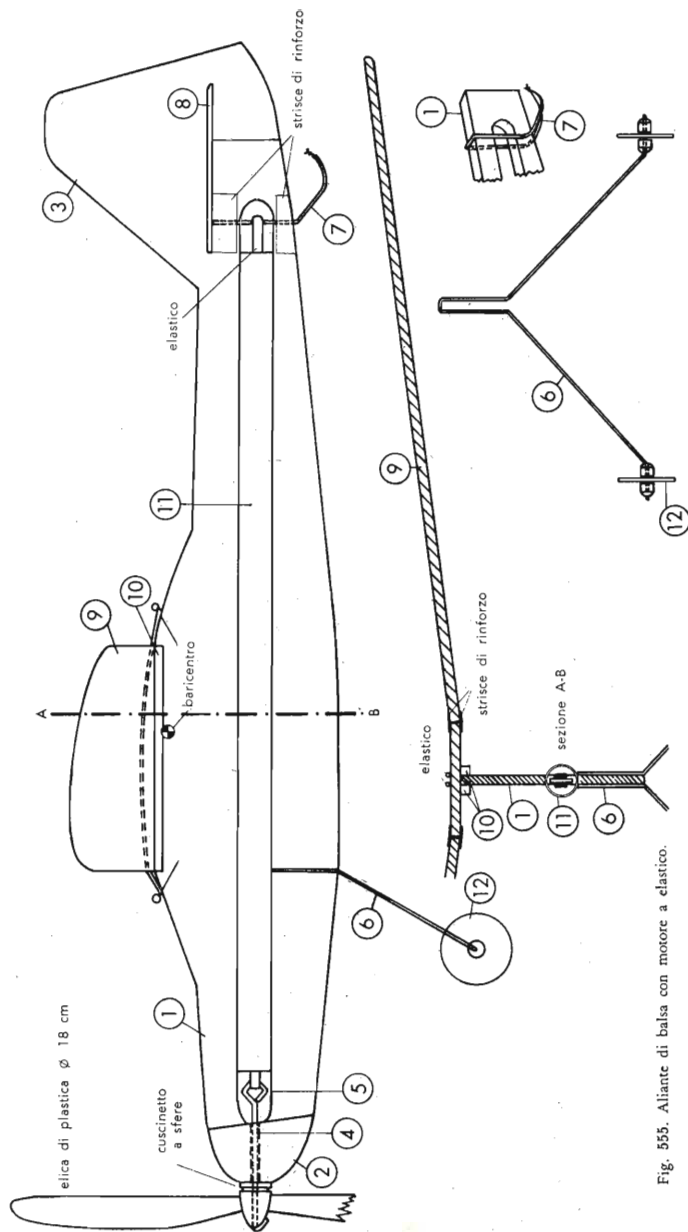



Fig. 555. Aliante di balsa con motore a elastico.

Possiamo ritagliare le finestre delle cabine in carta stagnola e successivamente incollarle. Con questo materiale possiamo rafforzare anche il bordo anteriore del piano alare.

Montaggio e bilanciatura. Dobbiamo ora applicare l'elastico per il motore. Formiamo perciò un piccolo gancio con un pezzetto di filo e facciamo penetrare l'elastico nel tubo; anteriormente esso verrà tirato dal gancio dell'asse dell'elica, mentre posteriormente verrà attaccato al gancio posteriore. Le estremità verranno poi annodate. Eventualmente possiamo spalmare in precedenza l'elastico con un lubrificante adatto per ottenere un rendimento piú alto. Se abbiamo costruito bene il modello, questo, tenuto presso il baricentro, dovrebbe stare in equilibrio. Per mantenere al modello la sua leggerezza sarà opportuno correggere la cabrata o l'appruata spingendo avanti o indietro l'ala, finché il modello avrà il suo baricentro a circa 30 mm di distanza dal bordo posteriore di questa, oppure ritoccando il profilo della fusoliera; gli spilli, infatti, si possono infilare facilmente ovunque.

Prova del modello. Procederemo esattamente come per il precedente veleggiatore, dato che il nostro modello è praticamente un veleggiatore di balsa. Tuttavia inizieremo la prima volta senza motore, con un volo diritto planato. Se questo sarà perfetto, potremo per la prima volta « avviare » il motore. Gli faremo compiere 80-100 giri nel senso delle lancette dell'orologio. Tenendo ferma l'elica con la mano sinistra, lo faremo poi partire con la destra, come al solito, lasciando però contemporaneamente libera l'elica. Osserveremo allora una leggera virata a sinistra, mentre il modello salirà obliquamente. Una volta scarico il motore, il modello planerà in linea retta.

Se il primo lancio è ben riuscito, possiamo aumentare lentamente, ogni volta di 20 unità, il numero dei giri del motore, per abituare l'elastico. Questo, tuttavia, non sopporta piú di 250 giri. Elastici meno sottili danno piú forza ma permettono un minor numero di giri.

Si può far decollare il modello anche dal suolo. Da base serve ogni pezzo liscio di cartone, se non si trova un luogo adatto. Le ruote, però, devono girare facilmente.

Se per un po' di tempo non si farà volare l'aliante, è meglio togliere l'elastico. Dopo averlo lavato in acqua saponata tiepida, lo si asciughi e lo si spolveri di talco. Lo si conservi poi in una scatola ermetica, al freddo e al buio.

Costruzione di un modello di velivolo con propulsione a motore (tav. XXVII).

(V. anche disegno costruttivo 2 alla fine del libro).

I modelli di velivoli con propulsione a motore sono già da tempo i tipi preferiti per costruzioni. Mentre precedentemente si impiegavano motori ad aria compressa ed ad acido carbonico — oltre al motore ad elastico ancora adesso in uso — si applica oggi il moderno motore a benzina, a spiralina incandescente o Diesel.

Anche questi modelli sono suddivisi in classi internazionali e nazionali. Ecco le classi internazionali:

Classe L: modelli con motore a pistone
cilindrata massima 1 cm^3
peso minimo 200 volte quello della cilindrata (in grammi e cm^3)
minimo carico alare 12 g per dm^2

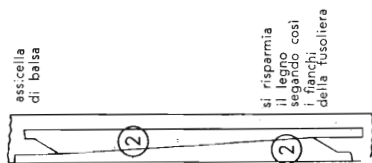
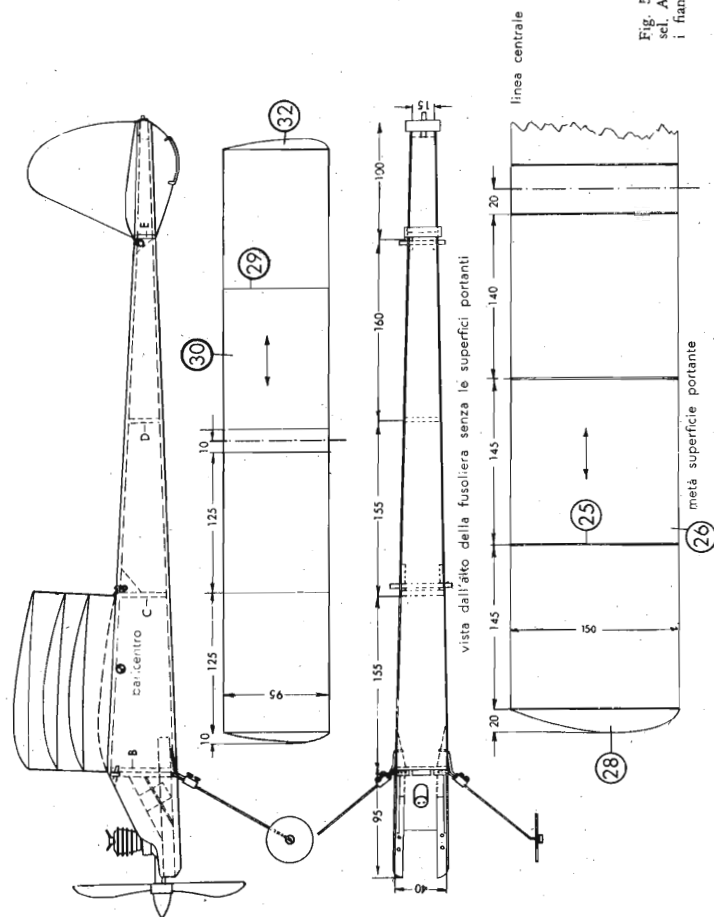



Fig. 556. Modello con motore Diesel. A destra in alto: come ricavare i fianchi della fusoliera per risparmiare materiale.

Classe I: modelli con motore a pistone
cilindrata massima 2,5 cm^3
carico per cm^3 300 g
carico alare da 20 a 50 g per dm^2
durata di carica del motore 15 secondi.

Questi modelli per gare sono in pratica alianti, che in 15" sono spinti in alto, dal motore, come missili, e che poi veleggiano. Anche in questo caso, ogni volo può durare al massimo tre minuti; trascorso il termine, se il modello si trova ancora in aria si fa entrare in funzione il freno termico. I modelli piú simili ai veri aerei e tutti i tipi di modelli telecomandati — oggi sempre piú popolari — rappresentano altre classi di alianti a motore. Tuttavia, costruire e far volare questi modelli presenta numerose difficoltà. Chi ha costruito il nostro aliante, potrebbe cimentarsi nella loro costruzione, anche se poi un principiante non riuscirà a farli volare senza l'aiuto d'un pilota già esperto. Per questo abbiamo scelto un modello che appartiene alla classe dei cosiddetti modelli sportivi. Con un motore piccolissimo, da 0,5 a 1 cm^3, si possono eseguire voli perfetti, senza avere nessuna preparazione specifica.

Elenco del materiale.

N.	*Numero dei pezzi*	*Nome*	*Materiale*	*Misure in mm*
1	2	castelli del motore	faggio	10 × 10 × 120
2	2	fianchi della fusoliera	balsa	2 × 65 × 660
3	2	piano infer. e super. della fusoliera	balsa	2 × 40 × 570
4	1	ordinata A	balsa	5 × 40 × 45
5	1	ordinata B	compensato	3 × 40 × 60
6	1	ordinata C	balsa	5 × 34 × 44,5
7	1	ordinata D	balsa	3 × 27 × 30
8	1	ordinata E	balsa	3 × 20 × 14
9	1	blocco finale	balsa	spessore 15
10	1	distanziatore	balsa	3 × 10 × 40
11	1	pezzo di riempimento	balsa	3 × 15 × 40
12	2	strisce di rinforzo	compensato	3 × 10 × 50
13	1	rivestimento inferiore	compensato	2 × 50 × 41
14	2	squadretta di rinforzo	compensato	2 × 30 × 55
15	1	rivestimento superiore	compensato	3 × 36 × 55
16	1	pattino di coda	balsa	2 × 20 × 90
17	1	suola del pattino	filo acciaio	diametro 1 mm
18	2	base dei timoni di direzione	balsa	2 × 10 × 30
19	5	aste di attacco	faggio	tondo ∅ 4 mm
20	2	gambe del carrello	filo acciaio	diametro 2 mm
21	1	tubetto di supporto	ottone	diam. int. 2 mm
22	2	forcelle	filo acciaio	diametro 1 mm
23	2	manicotti di unione	ottone	morsetti serra fili
24	2	ruote		diametro 40 mm
25	8	centine dell'ala	balsa	2 × 15 × 150

26	1	piano dell'ala	balsa	1,5 × 160 × 900
27	1	assicella di supporto dell'ala	balsa	2 × 44 × 150
28	2	estremità dell'ala	balsa	5 × 20 × 150
29	6	centine dei timoni	balsa	2 × 6 × 95
30	1	piano dei timoni	balsa	1 × 100 × 520
31	1	piano di supporto dei timoni	balsa	2 × 25 × 95
32	1	estremità dei timoni	balsa	8 × 10 × 95
33	1	timone di direzione	balsa	2 × 100 × 100

Viti, dadi per fissare il motore, motore da 0,5 a 1 cm³, colla dura, nastro adesivo, nitrolacca incolore.

La fusoliera. Per risparmiare il materiale, ricalchiamo due volte, lato a lato, su un'adatta assicella di balsa, i contorni dei fianchi della fusoliera (2), come indica la figura **556**. Prepariamo i supporti (1) del motore e incolliamoli con le parti laterali. Nel frattempo, tagliamo e seghiamo le ordinate dall'**A** all'**E** e smussiamo opportunamente gli spigoli della fusoliera. Incolliamo poi le ordinate tra i fianchi, badando ad un esatto allineamento. Una volta asciutti, applichiamo, dietro l'ordinata **C** e davanti all'ordinata **E**, i rinforzi triangolari (visibili nel disegno di profilo) di ritagli di balsa dello spessore di 2 mm per i traversini di attacco. Allora potremo chiudere in alto la fusoliera con la parte superiore della stessa (3), che incastreremo perfettamente dopo aver preso le esatte misure. (Si faccia attenzione alla piega dell'ordinata **E** ed inoltre che il piano dei timoni si trovi esattamente sull'asse longitudinale della fusoliera e non sul prolungamento della linea dorsale.)

Sotto il castello motore dinanzi all'ordinata **B**, montiamo, incollandolo, il tubo di supporto (21) per il carrello, tubo che passa attraverso le parti laterali. Incolliamo poi davanti ad esso e sotto i supporti le strisce di rinforzo (12). Dietro l'ordinata **B** (5) (fig. **557**), incolliamo il pezzo di riempimento (11) ed il distanziatore (10), come è visibile nella figura **557**. Cosí, ora, potremo chiudere in basso la fusoliera con le parti (3) e (13). Dopo che tutto si è essiccato, pratichiamo lateralmente nella parte (2), nello spazio fra (10) e (11), alcuni piccoli intagli che in seguito riceveranno i montanti del carrello. Incolliamo internamente, sopra il castello motore, le squadrette d rinforzo e inca-

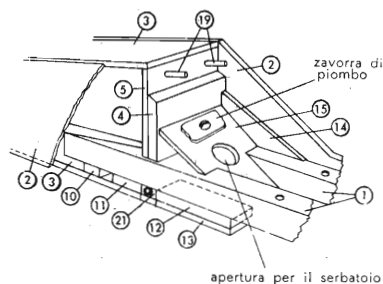



Fig. 557. Parte anteriore della fusoliera parzialmente sezionata.

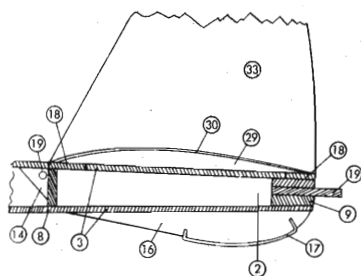



Fig. 558. Coda della fusoliera in sezione.

striamo esattamente la parte (15), senza per ora incollarla. Pratichiamo ancora un'apertura per il serbatoio che costruiremo con un tubetto di alluminio (utilizziamo un tubetto di medicinali) del diametro di circa 15 mm e che poi applicheremo. Adesso possiamo montare il motore, dopo aver tracciato e praticato i fori per le viti di fissaggio dello stesso. Il motore deve essere in linea orizzontale, o inclinato di 2° verso destra, per bilanciare la reazione dell'elica, poiché essa tende sempre a far ruotare verso sinistra, se il motore (visto dal davanti) gira in senso antiorario.

Nel nostro modello per il motore Taifun Hobby sono indicati i fori per il motore, la distanza tra gli attacchi del motore e la parte (15); usando altri motorini, bisogna evetualmente modificare questi particolari. Qualsiasi costruttore può realizzare sin dall'inizio per il suo motore una fusoliera piú o meno ampia. Si stabilisca, come misura base, la larghezza del basamento sotto le flange di attacco; si tracci una perpendicolare alla linea mediana della fusoliera e si porti su questa perpendicolare ai due lati della linea mediana due misure uguali alla metà della larghezza del basamento aumentata di 10 mm per parte. Si uniscano i punti estremi di questa larghezza ai punti corrispondenti della larghezza poppiera della fusoliera (mm 15). Si avranno in tal modo il profilo della fusoliera vista dall'alto, le dimensioni della parete (3) e la larghezza delle diverse ordinate.

Incolliamo ora la parte (15), montiamo la parte (19), dopo aver chiuso con un cuneo di balsa la poppa della fusoliera. Incolliamo poi, sotto la poppa, il pezzo (16) per il pattino e proteggiamo il suo bordo inferiore con un pezzetto di filo d'acciaio (17) che, dopo averlo piegato nel modo esatto, installeremo e fisseremo con collante duro (fig. **558**). Dopo aver tagliato, superiormente nella poppa della fusoliera, due aperture, inseriamovi due strisce (18) come base per i timoni.

Infine lisciamo bene l'intera fusoliera con carta vetrata a grana fine.

Il carrello. Formiamo con filo d'acciaio del diametro di 2 mm le parti (20) simmetricamente uguali, come pure le parti (22) con filo d'acciaio del diametro di 1 mm; uniamole con serrafili privi dei loro rivestimenti isolanti. Per evitare cadute, fissiamo le ruote (24) con serrafili (fig. **559**); naturalmente possiamo sempre saldarle con una rosetta. Fissiamo poi le gambe del carrello alla fusoliera, introducendo lateralmente nel tubo (21) le forcelle (22) e le loro estremità (22) nell'apertura tra le parti (10) e (11). Poi passiamo sotto la fusoliera, intorno alle gambe del carrello, un elastico, che le terrà unite e, nello stesso tempo, le fisserà alla fusoliera. Quando trasporteremo il modello, potremo cosí facilmente togliere di nuovo il carrello.

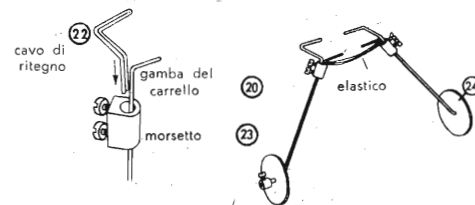
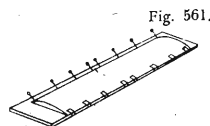
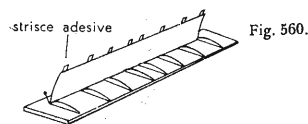



Fig. 559. Come si costruisce il carrello.

L'ala. Costruiamo dapprima il foglio dell'ala, incollando due assicelle di balsa della lunghezza adatta, dato che la larghezza richiesta di 160 mm non si trova in commercio. Poniamole su di un'asse piana, che proteggeremo con carta, e incolliamole con collante duro ai bordi piallati, fissandole con spilli finché non sarà asciutta. Costruiamo con legno compensato dello spessore di 1 mm — secondo il disegno costruttivo — una centina-tipo (25) e ritagliamone poi altre otto. Dopo averle fissate a squadra, con una goccia di collante duro, su un asse piano alla distanza prescritta (fig. **560**), vi incolliamo sopra il foglio superiore dell'ala, fissandolo dapprima con spilli al bordo anteriore delle centine; poi tiriamo il foglio sopra le nervature e fissiamolo al bordo posteriore sinché è asciutto (fig. **561**). Dopo aver lisciato, con carta vetrata a grana fine, la superficie dell'ala (senza toglierla dalla base) verniciamola subito due volte con nitrolacca colorata o incolore. Poi con un rasoio sottile stacchiamo con cautela l'ala dalla base e verniciamo la faccia interiore del rivestimento.

Quando è asciutta, tagliamo l'ala esattamente secondo la linea centrale. Rafforzate le punte con cunei di 7,5 cm, limiamo la linea di separazione esattamente in modo perpendicolare allo spigolo del tavolo. Se le due parti sono perfette, montiamole su un'asse e incolliamole abbondantemente con collante duro.

Dopo che si sono asciugate, rafforziamo ancora le giunture applicandovi strisce di lino o di batista larghe 20 mm. Incolliamo poi, tra le due nervature cen-

Figg. 560-561. Costruzione dell'ala.

trali, l'assicella per la base del piano alare (27). Tagliamo da 15 mm di balsa le estremità delle ali (28) e incolliamole alle nervature esterne.

A questo punto, procediamo a verniciare tutte le parti che non lo siano ancora. Possiamo proteggere ulteriormente il bordo anteriore dell'ala, incollando del nastro adesivo incolore o della carta stagnola tolta da pacchetti di sigarette.

Timone di profondità. Lo costruiamo esattamente come l'ala. Dapprima formiamo le sei centine (29) e le incolliamo saldamente alla pianta. Ad esse, poi, fissiamo il foglio per il timone (30). Dopo aver levigato il tutto, verniciamo le superfici inferiore e superiore. Incollato l'asse di sostegno, costruiamo le due estremità e applichiamole alle centine esterne. Infine levighiamo il tutto.

Timone di direzione. Deve combinare perfettamente con il timone di profondità ed essere incollato a squadra. Poi verrà verniciato come le altre parti.

Infine verniciamo ancora due volte la fusoliera con nitrolacca colorata o incolore, badando che le parti che verranno a contatto con il carburante si imbevano molto bene di lacca, per impedire l'assorbimento dell'olio. Si raccomanda anzi di ricoprire con cura tutta la fusoliera con carta stagnola e poi di verniciarla. In questo modo si proteggerà efficacemente la fusoliera dalla penetrazione dell'olio.

Montaggio e bilanciatura. Dopo aver installato il motore, montiamo l'elica e il carrello, e fissiamo al loro posto, con degli elastici, l'ala e i timoni. Il piú delle volte dobbiamo aggiungere ancora un po' di zavorra nella testata della fusoliera, affinché il modello, sostenuto nel baricentro, resti in equilibrio. A questo scopo basta un pezzetto di piombo laminato dello spessore di 3 mm e del peso di circa 10-20 g, che applicheremo con una piccola vite da legno alla parte (15) dietro il serbatoio. È meglio che il modello sia un poco piú pesante del necessario: si potrà piú facilmente togliere un poco di zavorra al momento della prova. Queste indicazioni valgono anche per il Taifun Hobby, mentre per i motori piú leggeri occorre un po' piú di piombo; ad esempio, per l'ED Baby ne occorrono circa 25 g.

Prova del modello. Supponiamo di aver ormai dimestichezza con il motore (v. pag. 110). Scegliamo come sempre una giornata senza vento e un luogo libero. Disponiamo l'elica orizzontalmente affinché non si rompa in caso di atterraggio in picchiata. Teniamo il modello per il baricentro e lanciamolo, dall'altezza delle spalle e leggermente rivolto verso il basso, contro vento. Esso deve compiere un volo planato ampio, per poi atterrare sulle ruote. Potremo controbilanciare il troppo peso davanti o in coda aggiungendo o togliendo del piombo. Se il volo planato sarà perfetto, facciamo decollare il modello per il primo volo a propulsione. Dopo esserci forniti di carburante, avviamo e regoliamo il motore. Versiamo nel serbatoio per il primo volo soltanto poco alcool. Se il motore funziona perfettamente, facciamo partire il modello nel modo consueto. Esso ci sfuggirà rapidamente dalle mani e con una leggera virata salirà, a seconda della potenza del motore, piú o meno rapidamente. Motori da 1 cm^3 solleveranno piuttosto velocemente il nostro modello, mentre motori da 0,5 cm^3 lo porteranno in alto piú lentamente, come avviene per gli aeroplani veri.

Quando il nostro piccolo velivolo compirà i suoi giri in cielo con un leggero ronzio, sarà per noi un momento di grande soddisfazione, che ci ricompenserà abbondantemente di tutte le fatiche sostenute per costruirlo.

Consumato completamente il combustibile, il modello scenderà di nuovo in volo planato. Poiché il nostro modello è resistente agli urti, alcune cadute non lo possono danneggiare; in questo modo, inoltre, impareremo a conoscerlo. Se il motore dovesse tirare in modo troppo forte verso l'alto, dobbiamo correggere l'assetto sollevando, con spessori di lamiere, la parte posteriore del motore; tuttavia, spesso è sufficiente, a questo fine, diminuire il numero dei giri del motore.

Possiamo anche far eseguire al nostro modello perfetti decolli dal suolo, se il terreno è completamente liscio. Questo tipo di decollo è particolarmente attraente, perché il modello si comporta come se fosse un vero aeroplano. Comunque, è importante scrivere il nostro nome sul modello, perché si è già verificato il caso di molti modelli volati via per sempre, avendo il costruttore dimenticato questo accorgimento. Per i modelli che abbiamo descritto non è richiesto il freno termico.

Il volo frenato.

Questa nuova tecnica di volo aeromodellistico ha conquistato rapidamente molti appassionati. Prima di descrivere come si costruisce un semplice modello per imparare il volo telecomandato, spieghiamo brevemente in che cosa consiste.

Un modello di aereo a propulsione, che, in corrispondenza del baricentro, è legato all'estremità di due cordicelle, viene tenuto da un pilota mediante una manopola di comando fissata alle altre estremità. Il modello viene cosí costretto a volare in cerchio intorno al pilota, alla distanza determinata dalla lunghezza del-

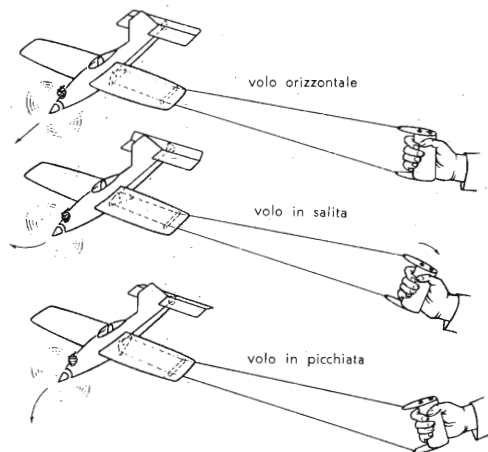



Fig. 562. I princípi per il comando del volo frenato.

le cordicelle. Muovendo opportunamente queste cordicelle il pilota può azionare il timone di profondità e determinare cosí la salita o la discesa del modello.

La figura **562** illustra questo sistema. A manopola verticale, il modello vola in cerchio sempre alla stessa altezza. Se il pilota piega verso di sé la parte superiore della manopola, il timone si eleva verso l'alto e il modello sale (cabra); inversamente, se il pilota tira verso di sé la parte inferiore, il timone si abbassa e il modello scende (picchia). I comandi, naturalmente, sono possibili soltanto se i tiranti sono molto tesi; se il modello tende « verso centro », si ha un atterraggio per avaria.

Vi sono diverse possibilità di mantenere i tiranti tesi durante il volo; per un aeromodello veloce basta la forza centrifuga; ai modelli da gara a squadre si aggiunge sull'ala esterna piú zavorra. I modelli per voli piú lenti, acrobatici e di caccia alla volpe, presentano, oltre alla zavorra, anche uno spostamento verso l'esterno dei timoni di direzione oppure un'inclinazione verso l'esterno dell'asse del motore.

La normale lunghezza dei cavi oscilla tra i 6 m, per modelli sportivi leggeri, e i 20 m per il volo acrobatico.

Descriviamo ora, in breve, i singoli tipi di volo telecomandato, per i quali si usano modelli particolari.

Nel *volo acrobatico* si vola secondo un programma determinato, che consiste nel compiere figure prescritte (volo in salita, Looping, volo rovescio ecc.). Per la loro perfetta esecuzione si danno, durante la gara, dei punti, il cui totale determinerà alla fine il vincitore. Il modello per volo acrobatico deve essere estremamente manovrabile, per cui la distanza tra i timoni e l'ala è solitamente molto breve. Il timone di profondità è relativamente grande.

Modelli per gare di velocità. Sono, nella maggior parte dei casi, molto piccoli. In essi vi è una grande distanza tra l'ala e i timoni, perché si richiede da essi grande stabilità di volo; le superfici dei timoni sono piccole. Importante è che il motore abbia un altissimo rendimento. A queste caratteristiche si aggiungono ancora le « miscele segrete » di carburante e le eliche speciali, per poter raggiungere la massima velocità, che supera i 200 km all'ora. Questo non è, però, uno sport per principianti.

Gare a squadra (che è formata dal pilota, dal meccanico e dal modello). In esse volano diversi modelli, che partono contemporaneamente e che percorrono lo stesso percorso. Risulta vincitore la squadra il cui modello ha percorso per primo 100 giri. È questa una gara molto avvincente.

Caccia alla volpe. Volano due modelli che percorrono lo stesso giro. Ciascuno trascina dietro di sé una striscia di carta lunga 3,5 m, e i piloti devono cercare di recidere il piú possibile, con l'elica dell'aeroplano, la striscia di carta dell'altro modello, e conservare, d'altra parte, la propria piú lunga possibile. Per queste gare si usano, generalmente, modelli per volo acrobatico, di costruzione particolarmente robusta. La caccia dura sei minuti e risulta vincitore il modello che alla fine ha la coda piú lunga.

Costruzione di un modello di velivolo a volo frenato, per principianti.

(Vedi anche il disegno costruttivo 2 alla fine del libro e tav. XXVIII).

I principianti, solitamente, compiono l'errore di usare, per esercitarsi, un modello dal motore troppo potente, che, perciò, è troppo veloce e che li coglie di sorpresa subito, al primo decollo. Il modello, infatti, passa cosí rapidamente sopra la loro testa, per poi atterrare in picchiata alle loro spalle, che essi non hanno il tempo di riconoscere l'errore. Spesso questo primo tentativo è anche l'unico, perché il modello si frantuma e tutta la fatica è stata perciò vana.

Un modello di limitate prestazioni è il piú adatto per un principiante. Esso è resistente agli urti e la sua costruzione non presenta difficoltà. In questo genere di sport, tutto dipende dal fatto se il pilota conosce la tecnica del volo; quindi, per il principiante, è necessario un modello « a prova di bomba ». Se il modello è leggero, si può farlo volare anche con una fune di perlon; in questo modo al principiante saranno risparmiati i brutti tiri giocati dai fili d'acciaio necessari per i modelli piú grandi.

Elenco del materiale.

N.	*Numero dei pezzi*	*Nome*	*Materiale*	*Misure in mm*
1	1	supporto del motore	compensato di 5 mm	140 × 40
2	1	asse per fusoliera	balsa duro di 5 mm	250 × 85
3	1	ala	bals amedio di 5 mm	400 × 75
4(a)	1	piano di stabilizzazione	balsa duro di 2 mm	200 × 40
4(b)	1	timone di profondità	balsa duro	200 × 20
5	1	carrello di atterraggio	filo acciaio diam. 2 mm	400
6	1	leva a squadra	compensato di 2 mm	50 × 20
7	1	asse di guida dei cavi del timone	compensato di 1 mm	20 × 15
8	(2x)	tiranti del timone	raggi biciclet. ⌀ 2 mm	lunghezza 200
9	1	asta del timone	raggi biciclet. ⌀ 2 mm	lunghezza 200
10	1	leva per timone di profondità	compensato di 2 mm	20 × 15
11	(2x)	ruote	legno duro	diam. 30 mm
12	1	serbatoio	latta o materia plastica	25 × 25 × 15

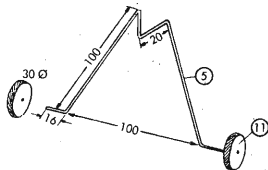
Motore di 0,5 cm³ di cilindrata, elica, tubo per carburante di 10 cm di lunghezza; fune di perlon di circa 20 m (diametro di 0,25 mm); una vite M 3 lunga 15 mm con due dadi e relative rondelle, un tubetto di colla, nitrolacca colorata o incolore, talco, un pezzo di legno duro per la manopola di comando, due strisce di latta di 0,5 mm; due clips, quattro viti da legno.

Ricalchiamo dapprima dai disegni costruttivi le parti (1), (2), (3), (4a), (4b), (6), (7) e (10) e ritagliamole.

Dopo aver arrotondato gli spigoli con carta vetrata, pratichiamo nell'asse di supporto del motore un foro (3 mm) per fissare la leva (6). La leva (6) di legno compensato dello spessore di 2 mm, è provvista degli appositi fori. Formiamo il telaio del carrello con filo d'acciaio di 2 mm secondo la fi-

Fig. 563. Il carrello.

Fig. 564. Asta (9) e tiranti di comando (8).

Fig. 565. Velivolo a volo frenato visto dal basso.

gura **563**. Poniamolo poi nel punto indicato sotto la parte (1), fissiamo l'esatta posizione e con un trapano ad archetto pratichiamo alcuni fori a destra e a sinistra della parte (1). Dopo aver unito il telaio (5) alla parte (1) con un filo di perlon per lenza (diametro 0,25 mm), infiliamo i fili di comando (8) (fig. **564**), formati con raggi di bicicletta, nella leva (6), come pure il paraurti (9) (figura **565**) per il timone di profondità. Questi raggi devono però essere privati dell'estremità filettata e devono risultare diritti. Fissiamo poi, con una vite M 3 sotto la parte (1), la leva (6) e le parti (8) e (9). La parte (6) deve però rimanere leggermente movibile. Levighiamo poi i bordi della fusoliera (1), e cosí pure il timone di direzione, dopo averlo profilato.

Levighiamo ora, come abbiamo fatto per gli alianti, l'ala (3), avendo cura di arrotondare il bordo anteriore e di rendere leggermente tagliente quello posteriore. Pratichiamo poi in essa, all'altezza del bordo del timone, due scanalature per la parte (7).

Arrotondiamo i bordi del timone di profondità, formato dalle parti (4a) e (4b), che uniamo poi a una cerniera a croce di filo di perlon. Queste due parti devono rimanere leggermente mobili. Incolliamo poi la leva del timone di profondità (10) sotto il piano (4b), circa 10 mm a sinistra della mezzeria.

Montaggio. A questo punto possiamo montare il nostro modello. Dapprima incolliamo e montiamo le parti (1) e (2). Successivamente incolliamo, pressandola fortemente con la parte (1), la parte (3), contro la quale verrà a premere il dado sporgente, che fissa alla parte (3) la leva a sezione. Badiamo attentamente che le parti siano incollate a squadra. Ora possiamo incollare, perfettamente a squadra, il timone di profondità all'estremità posteriore della parte (2).

Dopo aver lasciato asciugare il tutto, pieghiamo ad angolo retto l'estremità posteriore della parte (9), proprio all'altezza del foro praticato nella parte (10), e tagliamola un centimetro dopo la piega (fig. **564**). La leva (6) deve essere parallela all'asse longitudinale della fusoliera. Infiliamo quindi l'estremità della parte (9) nel foro praticato nella parte (10) e, per impedirne l'uscita, fissiamola saldandole un dischetto di ottone. Introduciamo ora nell'assicella di guida, attraverso gli appositi fori, i cavi (8) di comando, ed incolliamo questa assicella, dopo averla inserita nella scanalatura praticata nell'ala (3). Dopo averla lasciata asciugare, applichiamo alle estremità dei cavi (8) degli occhielli, che dovranno essere esattamente ad uguale distanza dalla parte (6), quando il timone di profondità (4b) è orizzontale (fig. **565**). A questi occhielli agganciamo in seguito i cavi di comando.

Verniciatura. È giunto il momento di verniciare il nostro modello. Dapprima, è opportuno formare una vernice composta in parti uguali da talco e nitrocellulosa incolore, vernice che si potrà stendere con l'aggiunta di una parte di diluente al nitro. Questa verniciatura diverrà liscia come la seta, se vi si passerà sopra con carta vetrata a grana fine, e costituirà una buona base per la verniciatura seguente con nitrolacca, che dovrebbe essere data almeno per tre volte. È consigliabile diluire in precedenza la vernice e stenderla rapidamente con un pennello largo. Con questo procedimento, si ottiene una lucentezza perfetta. Si può pure indicare con la vernice la cabina. Naturalmente, non sono posti limiti ad ulteriori abbellimenti.

Montaggio finale. Dobbiamo, a questo punto, applicare le ruote al carrello e assicurarle, perché non cadano, con un dischetto di ottone saldato o con manicotti a vite.

Possiamo usare per il serbatoio, come è avvenuto anche per gli altri modelli, un tubetto di alluminio, nel cui coperchio, però, praticheremo due fori. Possiamo anche, naturalmente, costruirci un piccolo serbatoio di circa 5 cm^3, come si nota a figura **566**, oppure comperarlo. Si può anche costruirlo di materia plastica (con l'involucro dello spazzolino da denti, per esempio). Lo fissiamo con collante duro alla parte posteriore nell'angolo tra le parti (1) e (2). Ora possiamo installare il motore.

A seconda della sua posizione, piú o meno spostata in avanti, modifichiamo leggermente, in caso di necessità, la posizione del baricentro. Il baricentro dovrebbe comunque trovarsi circa all'altezza dell'asticciola anteriore di comando

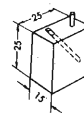



Fig. 566. Serbatoio per il carburante.

Fig. 567. Costruzione della manopola di comando.

del timone o davanti ad esso, in nessun caso dietro. Eventualmente, dovremo, per equilibrare il modello, procurarci un po' di piombo, da fissare nella testata della fusoliera. Trovata l'esatta posizione del motore, pratichiamo nella parte (1) i fori per le viti di fissaggio. Sarebbe meglio se l'asse longitudinale del motore fosse inclinato di circa 2° verso l'esterno; il modello in questo caso terrebbe i cavi maggiormente tesi.

Per finire, colleghiamo il motore con il serbatoio mediante un piccolo tubo per il carburante. A questo punto il nostro modello è pronto per il decollo.

Costruzione di una manopola per il comando. Ci occorre semplicemente un pezzetto di legno o un'impugnatura della lunghezza di circa 12 cm. Fissiamo all'estremità, come indicato nella figura **567**, due pezzetti di legno compensato, ai quali agganciamo due fermagli da ufficio (clips). Assicuriamo a questi, successivamente, due fili di perlon (fune per lenze), del diametro di 0,25 mm che dovranno avere esattamente la stessa lunghezza di 6-7 m, ai cui capi applicheremo di nuovo due clips. Se ora agganciamo i cavi agli occhielli della parte (8) e un aiutante tiene il modello, vediamo, tirando alternativamente i cavi, muoversi il timone di profondità. Ci si imprima quindi bene in mente a quale movimento della manopola corrisponde il cabrare ed a quale il picchiare del modello. Normalmente si mantiene la manopola in modo che, tenendola verticale e tirando il cavo superiore (ossia tirando la leva verso di noi), l'aereo cabri, mentre il movimento opposto ha come conseguenza il picchiare del modello (fig. **562**).

Il volo. Per il volo frenato abbiamo bisogno di un terreno libero, sufficientemente esteso, dal fondo liscio e duro; inoltre, dobbiamo scegliere un'ora nella quale non disturbiamo il vicinato con il rumore del motore.

Sui prati e sui campi, è possibile far volare soltanto modelli senza carrello, che decolleranno dalla mano.

Per i primi voli, scegliamo una giornata il piú possibile senza vento. Un amico già esperto nel volo frenato sarà per noi il miglior consigliere e ci risparmierà molte arrabbiature. Giunti sul posto del decollo, svolgiamo i cavi-guida e fissiamo ad essi il modello. Mettiamoci poi in modo che il modello possa decollare, con il vento in favore, in senso antiorario.

Riforniamo ora il modello di carburante ed avviamo il motore. Se i giri del motore sono appropriati, avverrà il decollo. Il pilota, dopo aver provato ancora una volta i movimenti del timone, farà cenno all'aiutante di lasciar libero il modello. Egli dovrà tuttavia badare che il muso del modello sia diretto leggermente verso l'esterno, per impedire che il modello entri nel circuito di volo, dato che questo si verifica facilmente al momento del decollo.

Dopo un breve rullare, il modello si solleverà. Il pilota dovrà fare in modo che esso compia i suoi giri, senza manovrare il timone, a circa due metri di altezza. Il braccio con la manopola di guida deve essere tenuto quasi teso nella direzione del modello (si tenga rigida l'articolazione del polso e poi si sollevi molto lentamente il braccio). Il modello salirà lentamente, per scendere di nuovo piú in basso con l'abbassarsi del braccio. Gradualmente, il principiante imparerà come guidare il modello. Un fenomeno un poco spiacevole è rappresentato dalle vertigini che colgono spesso il pilota. Tuttavia, si potranno vincere abituandosi a guardare il modello e a trascurare lo sfondo.

All'inizio, naturalmente, è opportuno far volare il modello con un costruttore esperto al fianco, che potrà prendere in mano la manopola di guida, nel caso il principiante abbia le vertigini, evitando cosí al modello di precipitare.

Nelle introduzioni ai singoli capitoli abbiamo potuto citare soltanto i tipi di modelli e le classi piú importanti. Vi sono, tuttavia, ancora molti altri tipi di modelli, per esempio modelli di idrovolanti, di elicotteri, di aerei tutt'ala, e modelli di aerei a reazione e di missili.

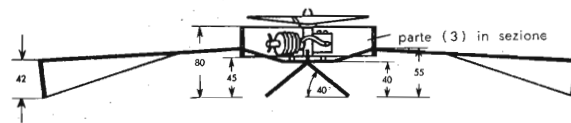



Fig. 568. Trottola aerea vista di fianco.

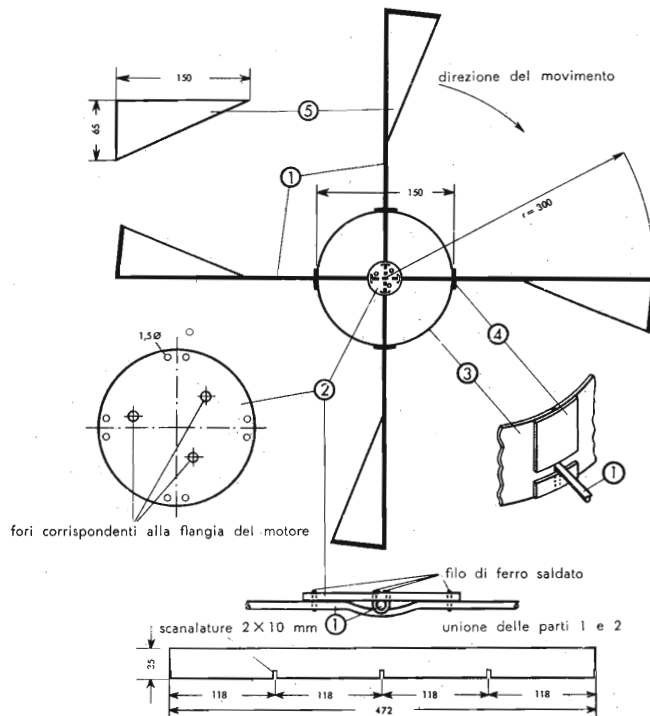



Fig. 569. Trottola aerea vista dall'alto (senza motore) e misure dei pezzi.

Per finire, descriviamo ancora un piccolo apparecchio, che appartiene propriamente ai giocattoli meccanici, ma che è molto interessante ed attraente per la sua semplice costruzione e per la sua sbalorditiva sicurezza di volo.

Costruzione di una trottola aerea.

Questo modello è formato semplicemente da un po' di filo d'acciaio, da cartone e da un motore da 0,5 a 0,8 cm^3, con elica (fig. **569** e tav. XXVIII).

Il fissaggio del motore presuppone un motore flangiato. Usando un motore con ponticello, il suo supporto dovrà avere un diametro leggermente maggiore e il motore verrà fissato ad esso mediante raccordi adeguati, di lamiera d'alluminio. Per quanto riguarda il materiale, abbiamo bisogno di due barrette d'acciaio (1) del diametro di 2 mm e della lunghezza di 730 mm; di un disco (2) d'alluminio o di duralluminio dello spessore di 2 mm e del diametro di 35 mm; del cartone di una vecchia scatola di scarpe o di una striscia di legno compensato dello spessore da 0,6 ad 1 mm, lunga 472 mm e larga 35 mm con fibre trasversali, per l'anello interno (3); di quattro pezzetti dello stesso spessore, larghi 64 mm e lunghi 148 mm, per le pale (5); di un po' di filo di ottone per legare e di un po' di nitrolacca.

Guida alla costruzione. Costruiamo dapprima il supporto per il motore (2). Pratichiamo in esso tre fori del diametro di 2 mm per il fissaggio delle flange del motore, e otto fori del diametro di 1 mm per il fissaggio delle barrette d'acciaio (1), che costituiscono la crociera delle ali e che pieghiamo nella forma indicata nella veduta laterale (fig. **568**). Uno dei fili d'acciaio deve essere leggermente piegato nel centro, perché possa aderire alla parte (2). Dopo aver unito a croce i fili di ottone o di rame, li salderemo a stagno. I due fili (1) devono essere piegati esattamente nello stesso modo; altrimenti la trottola non volerà regolarmente. L'angolo d'incidenza deve essere di circa 40° e lo si controlla efficacemente con una sagoma triangolare che abbia questo angolo. A tal fine poniamo sul tavolo la crociera e spingiamo la sagoma sotto ciascuna estremità. Formiamo poi con cartone (o compensato) l'anello intero (3) e lo incolliamo. Pratichiamo poi le tacche di passaggio dei bracci della crociera. In seguito, vi incolliamo trasversalmente, delle strisce di cartone (fig. **569**).

Verniciamo ora con nitrolacca colorata tutte le parti di cartone o di legno, raccomandando a questo proposito un colore vivace, per poter meglio seguire e trovare la trottola.

Ci resta da costruire il serbatoio, per esempio in banda stagnata. Dopo averlo ritagliato, piegato e saldato, lo installeremo sotto il carter del motore (fig. **568** e fotografia). Fissiamo il motore con viti, mentre assicuriamo il serbatoio al motore e al suo supporto (2) con filo per legature. Infine colleghiamo il serbatoio al motore con un pezzetto di tubo per il carburante. Il serbatoio deve al massimo contenere carburante per due minuti di volo, altrimenti la trottola vola troppo in alto o troppo lontano. Il peso di partenza deve ammontare al massimo a 150 g.

Per il lancio prendiamo il motore dal basso. Una volta avviato, lasciamo scivolare dalle mani il modello, come un piatto, con un movimento laterale. Esso scivolerà un poco verso il basso, per poi salire rapidamente, sollevato dal vorticoso girare, in senso opposto, dell'elica e della crociera: rimangono cosí visibili soltanto l'anello interno ed il motore, come una macchia nel centro.

In due minuti, la trottola può raggiungere i 150-200 metri d'altezza. Dopo che il motore si è fermato, essa si arresterà per poi di nuovo girare scendendo, dato che il mulinello provocato dalle ali esterne spinge adesso l'elica ed impedisce la brusca caduta, facendo scendere la trottola lentamente.

X. COSTRUZIONE DI MODELLI DI BARCHE E DI NAVI

Governare una barca a vela quando il lago è agitato o guidarla alla vittoria durante una gara, richiede abilità ed esperienza non comuni, e molti dei nostri giovani lettori, che avranno spesso invidiato i fortunati piloti degli agili velieri volteggianti sulle acque, saranno lieti di sapere che questo sport può essere facilmente praticato in piccolo, provandone le emozioni e i piaceri, e acquistando in pari tempo qualche esperienza di navigazione.

Tutto ciò è reso possibile dalla costruzione di modelli di navi a vela. Il numero di questi modelli è grandissimo, e alcuni di essi richiedono una conoscenza e una padronanza della tecnologia navale che ne sconsigliano la costruzione ai principianti, ai quali riusciranno invece piú accessibili i semplici modelli che ci accingiamo a descrivere e che galleggiano agili e sicuri, procurando a chi li ha costruiti una soddisfazione non minore, forse, di quella che procurano i grossi panfili da corsa.

Modello ricavato dal pieno.

La parte piú importante del modello di una nave è senza dubbio lo scafo. Nella parte III di questo libro abbiamo visto che la forza ascensionale a cui è soggetto un corpo immerso nell'acqua e la sua attitudine a sostenere altre masse è tanto maggiore quanto minore è il suo peso rispetto a quello dell'acqua di cui esso occupa il posto. Nel caso di barche a vela è particolarmente necessario tenere presente la loro attitudine a portare carichi, perché la pressione che il vento esercita sulla vela minaccia di capovolgere il veliero se questo non è zavorrato mediante una pesante pinna di metallo, sporgente dallo scafo verso il basso.

A causa di questo peso supplementare non trascurabile, dobbiamo in qualche modo alleggerire la barca, cosí che non si immerga oltre un certo limite; ciò non si può ottenere che ricorrendo a uno scafo cavo. Ne deriva che nella scelta del materiale, dovremo considerare non soltanto la sua leggerezza, ma anche la sua durezza; quest'ultima dovrà risultare tale da rendere agevole il lavoro di incavatura. Sarà bene che il principiante dia la preferenza all'ontàno, le cui fibre sono per di piú cosí regolari da rendere difficile che il materiale si scheggi durante la lavorazione con sgorbia (scalpello a sezione semitonda).

Procuriamoci dunque un travicello di ontàno lungo 50 cm, largo 15 cm, e spesso 5 cm e tracciamo su di esso il profilo dello scafo che si rileva dalla figura **570**. Affinché le due parti dello scafo che si trovano a destra e a sinistra del suo piano mediano risultino uguali, tracceremo una metà del profilo dello scafo su un pezzo di carta, di cm 15×48, piegato in due, e lo ritaglieremo con le forbici. Aprendo il foglio e applicandolo sul travicello potremo tracciare a matita, su quest'ultimo, il profilo esterno dello scafo e la linea di contorno del ponte; questa linea di contorno, fatta eccezione per la poppa e per la prora, corre alla distanza costante di 10 mm verso l'interno dalla linea precedentemente tracciata. Con una sega a mano tagliamo ora il travicello secondo il profilo esterno (fig. **571**) e tracciamo sui due fianchi una linea, 15 mm al disotto del piano superiore (fig. **572**). A partire da questa linea, il travicello dovrà essere alleggerito con la pialla e con lo scalpello, come si vede nella figura **573**. Perché questa lavorazione risulti regolare, procuriamoci una sagoma di cartone avente le misure indicate nella figura **574** e applichiamola sul pezzo in corso di lavorazione in modo da controllare che il materiale sia asportato nella misura dovuta.

Fig. 570. Modello ricavato dal pieno in sezione longitudinale e trasversale e visto dall'alto.

Fig. 571. Lo scafo ricavato con la sega.

Fig. 572. Tracciatura della smussatura.

Fig. 573. Sezione dello scafo pieno.

Fig. 574. Sagoma laterale.

Fig. 575. Sgorbia.

Fig. 576. Sezione dello scafo incavato.

Fig. 577. Sezione dello scafo dopo l'arrotondamento.

Per eseguire la lavorazione di pialla o di scalpello, il pezzo deve essere afferrato in una morsa o fissato su di un banco da falegname. Se non si potesse disporre né dell'una né dell'altra, occorrerà fissarlo con morsetti al fianco di un tavolo.

Incominciamo ora a incavare il travicello. È questa la parte piú difficile del nostro lavoro: va eseguita adoperando la sgorbia e prestando molta attenzione per evitare di sfondare il pezzo. Bisogna asportare il materiale in quantità tale che rimanga ovunque uno spessore di mm 10 circa, salvo sul bordo superiore dello scafo dove, come si vede nella figura **577**, lo spessore risulterà di mm 15. Lungo questo bordo si ricava una battuta profonda 3 mm, nella quale verrà in seguito ad appoggiare il ponte superiore. Il nostro scafo apparirà poi piú bello quando gli spigoli saranno stati arrotondati come si vede nella figura **577**.

Il ponte superiore è ricavato da una tavoletta di legno compensato dello spessore di mm 3, e deve adattarsi con la massima precisione possibile nella battuta che corre lungo il bordo superiore dello scafo. A circa 15 cm dall'estremità anteriore, pratichiamo su questa tavoletta un foro del diametro di mm 10 per il passaggio dell'albero, mentre un secondo foro del diametro di mm 20 è praticato a poppa per scaricare l'acqua che si infiltra nello scafo. Questo secondo foro resterà normalmente chiuso mediante un tappo di sughero. Prima di passare alle operazioni di finitura, dobbiamo fissare sul fondo dello scafo

un tassello di legno provvisto di un foro centrale del diametro di mm 7 circa nel quale a suo tempo verrà inserita l'estremità inferiore dell'albero. Quando questo tassello è stato fissato, mediante viti, il suo foro centrale deve trovarsi esattamente sotto quello praticato sul ponte. Dopo avere verniciato con smalto ad olio l'interno dello scafo e la faccia inferiore del ponte, possiamo montare quest'ultimo nel suo incastro e fissarvelo per mezzo di viti di ottone, avendo l'avvertenza di interporre una striscia di flanella imbevuta di vernice ad olio in corrispondenza della battuta che corre lungo l'orlo superiore dello scafo, per evitare infiltrazioni di acqua nell'interno del modello.

Fig. 578. La chiglia.

Fig. 579. Fissaggio della chiglia allo scafo.

Con della carta vetrata grossolana procediamo ora a una prima lisciatura della superficie esterna dello scafo; a questa operazione faremo seguire l'applicazione di una mano di vernice. Quando la vernice sarà asciutta eseguiremo una seconda lisciatura con carta vetrata fine e procederemo ad un'altra verniciatura, che dovrà estendersi anche alla superficie superiore del ponte.

Con due mani di smalto ad olio allo scafo, ed altrettante di colore diverso al ponte, la verniciatura dello scafo potrà dirsi ultimata. Da un pezzo di lamiera di ferro o di ottone di 10×12 cm e dello spessore di mm 1, ricaviamo la chiglia che, come si rileva dalla figura **570**, dovrà avere il lato rivolto verso prua opportunamente inclinato. Nel punto mediano del lato superiore della chiglia pratichiamo un taglio della profondità di 2 cm e, ripiegando a destra e a sinistra le due metà di questo lato, ricaviamo due alette (fig. **578**) che serviranno a fissare la chiglia alla parte inferiore dello scafo, in direzione perpendicolare ad esso, mediante quattro vitine inserite in altrettanti forellini, come si vede nelle figure **570** e **579**.

Nell'eseguire queste operazioni è necessario prestare attenzione che il piano della chiglia coincida con quello longitudinale mediano dello scafo, cosí da risultare perpendicolare alla superficie inferiore della carena; in questo modo, si evita che la chiglia agisca come un timone inclinato e disturbi il regolare andamento della navigazione.

Ora, prima di procedere nella lavorazione, dobbiamo procurarci un supporto di legno costruito secondo la figura **580**; esso potrà servirci in seguito anche per predisporre le vele prima della partenza.

Da un'asta di abete a sezione quadrata con 10 mm di lato, lunga cm 52, ricaviamo con la pialla l'albero del veliero. Riesce ovviamente piú facile ricavarlo da un'asticciola a sezione tonda del diametro di mm 10, rastremandola convenientemente verso l'estremità superiore (fig. **570**). La parte inferiore dell'albero deve entrare con esattezza nel foro praticato, come ricorderete, sul ponte superiore, ed è anch'essa leggermente conica verso l'estremità che dovrà calettarsi nel foro centrale del tassello situato sul fondo dello scafo. La boma (verga inferiore della vela maggiore) è ricavata da un'asta tonda lunga 25 cm,

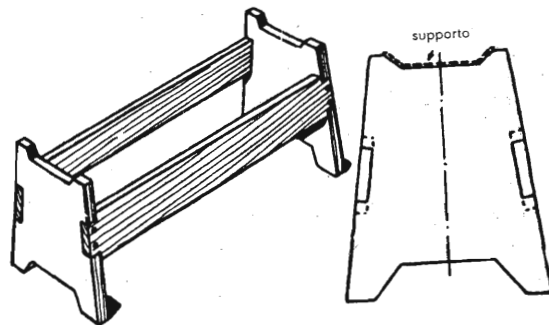



Fig. 580. Sostegno per il modello.

del diametro di mm 6. La verga inferiore della vela minore è costituita da un'asticciola tonda lunga 15 cm, del diametro di mm 4.

Per la preparazione delle vele (fig. **581**) pregheremo la mamma di ricavarle da una sottile tela di lino. Affinché le vele, dopo essere state orlate, corrispondano alle misure indicate nelle figure, dobbiamo lasciare, quando le ritagliamo dalla tela, un bordo della larghezza di mezzo centimetro lungo il loro perimetro. Mediante un filo robusto, il lato prodiero della vela maggiore viene fissato all'albero, e il lato inferiore alla boma (fig. **570**). L'estremità di quest'ultima, che si articola sull'albero, è provvista di un occhio ottenuto con una striscia di cuoio (fig. **582**) provvista di una solida legatura.

La vela minore è fissata anteriormente a un tirante di cordicella e inferiormente alla sua asta. Prendiamo ora una striscia di lamiera di ottone, della larghezza di mm 10, e saldiamola dopo averla piegata a forma di ghiera. A questa ghiera saldiamo tre anelli di filo di ottone disposti come nella figura **570**. Il diametro interno deve essere tale che, infilando la ghiera sull'estremità superiore dell'albero, essa scorra lungo l'albero per 15 cm e si arresti in tale posizione anche se sottoposta a uno sforzo di trazione verso il basso. All'anello rivolto verso prua, fissiamo il capo superiore di un tirante, detto « straglio del fiocco », mentre agli anelli rivolti a destra e a sinistra fissiamo i capi superiori dei due tiranti (sàrtie) che fissano lateralmente l'albero. I capi inferiori di questi tre tiranti sono fissati ad altrettanti occhielli i cui gambi devono

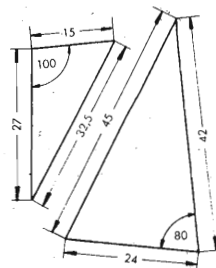



Fig. 581. Misure della vela.

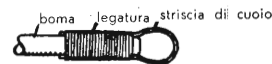



Fig. 582. Collegamento della boma all'albero.

essere avvitati a prora e sul bordo dello scafo nelle posizioni indicate a figura **570**. Verremo cosí a fissare l'albero in modo che possa resistere agli sforzi di trazione o di spinta ai quali sarà sottoposto quando il modello si troverà in navigazione. L'angolo superiore della randa (vela principale) è assicurato all'albero mediante un breve pezzo di spago; a tale scopo, sull'albero è montato un anello di filo di ottone (fig. **570**) rivolto verso poppa. Il nostro battello è ora ultimato e non ci resta che fissare alla boma della randa e all'asta inferiore del fiocco (vela minore) gli spaghi (scotte) che permetteranno di orientare queste vele nel modo voluto.

Gli altri capi delle scotte saranno fissati agli occhielli con gambo a vite che si trovano sulla mezzeria del ponte nelle posizioni che si rilevano dalla figura **570**. Per evitare che avvitando questi occhielli si determinino incrinature nella tavola sottile del ponte, sarà opportuno irrobustire i punti in cui si introducono queste viti, incollando, come si vede nella figura **570**, dei tasselli di rinforzo sulla faccia inferiore del ponte. Dopo aver messo sulla cima dell'albero una piccola bandiera con i colori nazionali, il battello sarà alfine pronto per essere affidato al suo elemento.

Dobbiamo ora imparare l'arte della navigazione a vela. Il miglior modo per riuscirci è quello di andare in riva a un laghetto o a uno stagno dove sia possibile far veleggiare il nostro battello dall'una all'altra riva. La cosa piú importante sarà quella di determinare con esattezza la direzione del vento, dopo di che dovremo portarci in un punto della riva dove il vento spiri perpendicolarmente alla rotta che il battello deve seguire per raggiungere la riva opposta. La mancanza di timone non deve preoccuparci. Manovrando opportunamente le scotte orienteremo le vele in modo che facciano un angolo di 10÷15 gradi rispetto alla mezzeria dello scafo. Dopo aver messo in acqua il battello e dopo averlo convenientemente orientato lo vedremo finalmente veleggiare verso la meta. Se il battello non dovesse seguire la rotta prescritta, ma tendesse a virare sopravvento, nella direzione cioè dalla quale spira il vento (fig. **584**), occorrerà rimediarvi diminuendo l'angolo di inclinazione della vela anteriore. Dovremo, al contrario, aumentare quest'angolo se il battello tendesse a virare sottovento, nella direzione cioè opposta a quella dalla quale spira il vento. Se il vento è troppo forte, si corre il rischio che il battello si capovolga. È necessario allora allentare le scotte in modo da aumentare l'angolo che tanto la randa quanto il fiocco fanno con la mezzeria del modello, portando tale angolo a circa 45 gradi; si diminuisce in tal modo la superficie esposta al vento e di conseguenza la pressione che questo esercita sulle vele.

Fig. 583. Orientamento delle vele rispetto al vento.

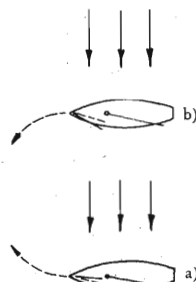



Fig. 584. Battello sottovento e sopravvento.

Fig. 585. Sezione longitudinale, sezione trasversale e vista dall'alto del ponte del modello Sharpie.

Dopo i primi esperimenti, tenendo presente quanto avremo appreso, potremo anche variare la rotta e indirizzare il modello verso il punto **C** o verso il punto **D** della riva opposta, oppure da **D** verso **A** e da **A** verso **C** (fig. **583**).

Il modello Sharpie.

La costruzione di modelli ottenuti scavando un blocco di legno è generalmente preferita perché anche con una modesta capacità si può ottenere uno scafo della forma voluta. Ma i battelli di maggiori dimensioni sono costruiti con tutt'altro procedimento e cioè mediante la predisposizione di una opportuna ossatura. Questo sistema viene anche applicato nella costruzione di modelli assai complicati che richiedono esperienza e abilità non comuni e impiego di materiali costosi. Vi è tuttavia un tipo di scafo molto semplice, chiamato « Sharpie », che può essere costruito anche da principianti senza eccessive difficoltà.

Come si vede nella figura **586** lo scafo si compone di un fondo, di due fianchi e di due paratie trasversali, tutti ricavati da tavolette di legno, mentre la prora e la poppa sono ricavate da due blocchetti, anch'essi di legno. Il fondo e i fianchi presentano una leggera curvatura e anche il ponte, come si rileva dalla sezione dello scafo a figura **585**, è leggermente bombato. Perché queste curvature riescano esatte e continue dobbiamo poter fissare tanto le paratie quanto i blocchetti di prora e di poppa su di un piano di sostegno nella posizione indicata dai disegni. Possiamo ricavare questo sostegno da una tavola di legno lunga 60 cm e spessa 15 mm, la cui faccia superiore sia stata spianata con la pialla. Le due paratie si ricavano da una tavola di legno di tiglio dello spessore di mm 10 e avranno le dimensioni indicate nella figura **587**. Da questa figura si rileva che la larghezza è di cm 12,50 per la paratia piú prossima alla prora, e di cm 14,40 per quella piú vicina alla poppa. Sulla figura sono tratteggiate le due porzioni che in un secondo tempo dovranno essere asportate con la sega o con la lima, in modo da conferire alla coperta la prescritta curvatura. Trascuriamo per ora questa curvatura, che sarebbe d'intralcio nel fissare saldamente le paratie sul piano di sostegno, in posizione capovolta. Le tacche **H** indicano l'altezza alla quale dovranno arrivare i fianchi dello scafo. I blocchi di prora e di poppa devono essere preparati secondo le misure indicate nella figura **585**, trascurando anche per essi la curvatura superiore, in modo che, capovolgendoli, si abbia a disposizione un piano che ne permetta il solido fissaggio alla tavola di sostegno. Non bisogna però trascurare la sagoma inferiore che questi blocchi devono avere per adattarsi alla curvatura del fondo dello scafo (fig. **585**). Affinché la prora risulti inclinata e a spigolo, occorre dare al blocchetto prodiero una conveniente inclinazione sui due lati.

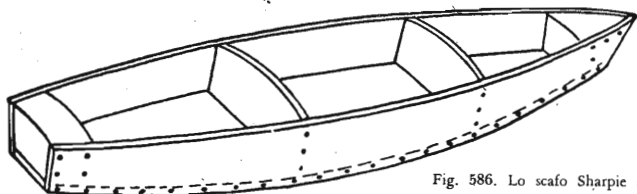



Fig. 586. Lo scafo Sharpie senza ponte.

Se si vuole evitare queste difficoltà, si può dare all'estremità della prora (ruota di prora) una inclinazione molto esigua o addirittura nulla, in modo che i fianchi corrano perpendicolari fino all'estremità prodiera senza subire alcun svergolamento. Incidentalmente, osserveremo che anche i fianchi dello scafo devono essere, come i blocchetti di prora e di poppa, opportunamente smussati

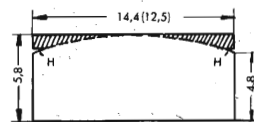



Fig. 587. Paratia.

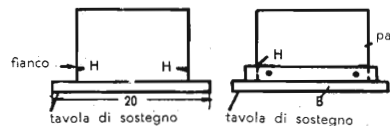



Fig. 588. Paratia sul piano di sostegno.

in senso trasversale. Le paratie e i blocchetti capovolti vengono ora fissati (figura **589**) in modo provvisorio, ma solidamente, alla tavola di sostegno, alle distanze indicate nella figura **585**. Allo scopo di dare alle paratie una maggiore superficie di appoggio, possiamo rinforzarne l'orlo superiore con regoli di legno ad esse avvitati (fig. **588**). Le misure del fondo dello scafo possono essere ricavate praticamente adagiando una striscia di cartone sulle paratie e sui blocchetti di estremità, come si vede nella linea tratteggiata della figura **589**, e disegnando dal basso con una matita il perimetro. Applicando la sagoma cosí ottenuta su una tavoletta di tiglio dello spessore di 4 mm è possibile tracciare su di essa il contorno del fondo.

Dalla figura **585** risulta evidente che questo contorno è simmetrico rispetto al piano mediano dello scafo e che la sua linea corre continua e ben avviata dalla prora alla poppa. Dopo avere ottenuto con la sega il prescritto contorno, dipingiamo con una spessa vernice ad olio le superfici che devono venire a contatto, cosí da garantire una buona tenuta; fissiamo infine il fondo sullo scafo, mediante vitine di ottone (fig. **590**). A voler essere precisi occorrerebbe smussare convenientemente gli spigoli delle paratie per conferire loro una forma che si adatti perfettamente alla curvatura del fondo e dei fianchi che si adagiano su di esse (fig. **585**).

Anche le dimensioni dei fianchi dello scafo possono essere ottenute applicando, sulle paratie e sui blocchetti di prora e di poppa, una striscia di cartone sulla quale si disegnerà il profilo di questi due elementi, per riportarlo poi su

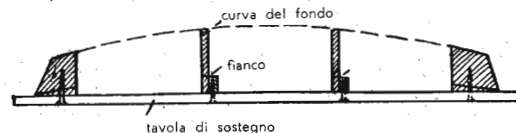



Fig. 589. Il piano di sostegno con le paratie e i blocchetti di estremità.

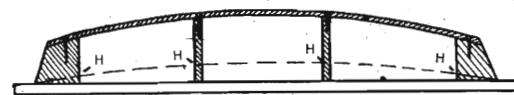



Fig. 590. Come viene fissato il fondo.

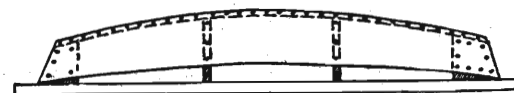



Fig. 591. Lo scafo completo di fiancate.

una tavoletta di legno di tiglio dello spessore di mm 4. Questi fianchi devono avere il profilo della linea tratteggiata della figura **590** che, come si vede, passa per i punti precedentemente contrassegnati con le tacche **H**.

Per ottenere una linea continua e bene avviata, eseguiamo con molta cura il disegno sul cartone. Naturalmente, allo scopo di raggiungere una perfetta simmetria, la striscia di cartone sagomata che servirà per contornare uno dei fianchi viene pure usata per contornare l'altro. Per ottenere una buona tenuta dell'acqua l'unione del fondo con i fianchi viene opportunamente calafatata. Analogamente a quanto abbiamo suggerito di fare per il primo modello, la calafatatura si ottiene applicando una striscia di flanella imbevuta di vernice e usando sottili viti di ottone applicate con cura sulle due fiancate, dove queste, come si vede nella figura **591**, si uniscono ai blocchetti di prora e di poppa. Per evitare le fessurazioni che potrebbero essere determinate dall'avvitamento diretto, è consigliabile praticare dei forellini preliminari (prefori), nelle posizioni dove dovranno essere applicate le viti.

Con ciò abbiamo condotto a termine la parte piú difficile del nostro lavoro e possiamo quindi smontare lo scafo dal suo sostegno, asportando in pari tempo le listarelle di rinforzo **B**. Limiamo ora i blocchetti di prora e di poppa in modo da predisporli a ricevere il ponte. La chiglia, o deriva, che sporge dallo scafo verso il basso, si ricava con la sega da una tavoletta di legno di tiglio dello spessore di mm 10, secondo la forma indicata nella figura **585**. Da questa figura si rileva pure che questo particolare ha la lunghezza massima di cm 30, l'altezza anteriore di cm 5, e l'altezza posteriore di cm 7. (Queste misure possono essere seguite con una certa approssimazione.) Lo spigolo anteriore della chiglia deve essere smussato sui due lati in modo da renderlo tagliente e quindi piú idoneo a penetrare nell'acqua senza incontrare eccessiva resistenza, mentre la parte posteriore deve essere rastremata fino a portarla allo spessore di mm 6. Il lato piú lungo, infine, che si unisce al fondo del modello, viene incavato con la lima in modo da assumere la forma arcuata dello scafo. Lisciamo la chiglia mediante tela a smeriglio e verniciamola infine con una mano di pittura ad olio. Con il consueto procedimento si ricava il timone da una tavoletta di legno di tiglio dello spessore di mm 6. Sul lato posteriore del timone pratichiamo una intaccatura nella quale, mediante due vitine di ottone, viene fissata una piccola striscia di piombo la quale, quando il battello, per effetto di una raffica di vento, si inclina su un fianco, costringerà il timone a ruotare nella direzione in cui soffia il vento, facendo virare il battello nella direzione opposta. Perché il timone abbia la possibilità di ruotare, ha lo spigolo rivolto verso prora, provvisto di due viti a occhio alle quali corrisponderanno altre due viti a occhio, fissate sullo spigolo della chiglia rivolto verso poppa. Un chiodo di diametro e lunghezza opportuni infilato in questi quattro occhi costituisce l'asse attorno al quale ruota il timone (fig. **585**). È consigliabile poter disporre di due timoni di grandezze diverse, adatti per diverse intensità del vento (fig. **585**). Mediante viti della lunghezza di 40 mm circa, fissiamo ora la chiglia al fondo dello scafo, curando che si disponga esattamente sul piano mediano longitudinale dello scafo stesso. Dipingiamo con vernice ad olio l'interno e l'esterno dello scafo, come è stato fatto col primo modello; dopo che la vernice si è asciugata, si procede a determinare il peso che dovrà essere aggiunto alla chiglia. A questo scopo immergiamo lo scafo in una tinozza o in una vasca di legno, e carichiamolo sul fondo con pezzi di piombo finché non sarà raggiunta la prescritta linea di immersione. Raccogliamo ora tutti questi pezzi di piombo e fondiamoli in una forma di gesso o di argilla. Il peso cosí ottenuto dovrà essere fissato con due viti sullo spigolo inferiore della chiglia o meglio ancora in un alloggiamento ricavato lungo questo spigolo.

Foto 69. Modello di aeroplano frenato, visto dal basso (v. anche foto 26 della tav. XIII).

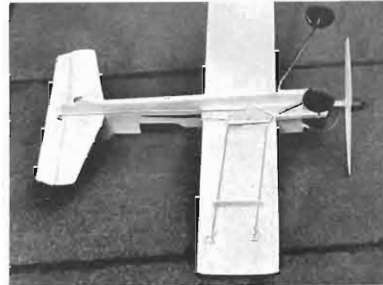



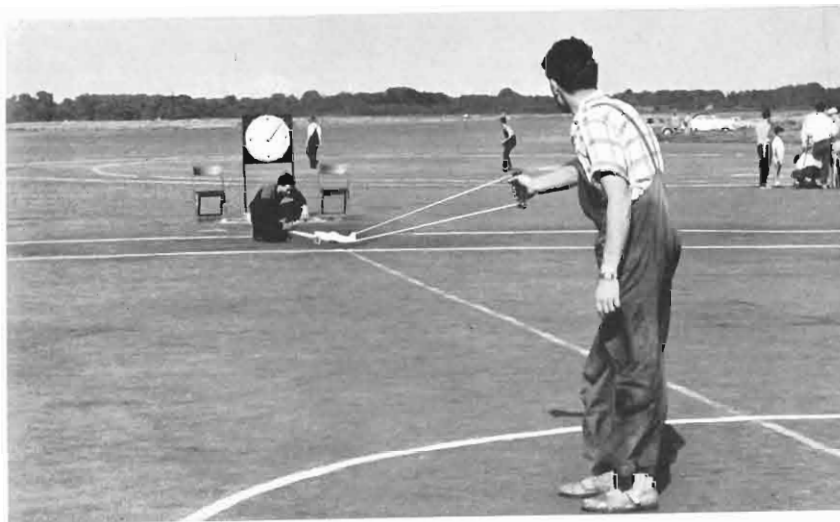
Foto 70. Decollo dell'aeroplano frenato.

TAV. XXVIII

Foto 71. Il disco volante.

Foto 72. Una barca a vela comandata a distanza. La pressione di un tasto fa ruotare il timone e la barca cambia rotta.

Foto 73. Motoscafo in navigazione.

Foto 74. Modello Sharpie con velatura semplice.

TAV. XXIX

Il ponte è ricavato da una tavoletta di legno compensato dello spessore di mm 2, perché riesce molto difficile disporre di tavolette di tiglio cosí sottili. Le esatte dimensioni di questo ponte si determinano applicando sullo scafo un cartone che vi si estende con la dovuta curvatura. A metà lunghezza, sarà praticata sul ponte un'apertura rettangolare di cm 13,50 × 6,50 (boccaporto) che serve di accesso all'interno dello scafo. Immediatamente a poppavia della prima paratia, pratichiamo sul ponte un foro del diametro di mm 10, attraverso il quale dovrà passare l'albero. Incolliamo nella posizione prevista dei tasselli di rinforzo per le viti a occhio delle scotte mentre, sul fondo, incolliamo un blocchetto di legno (scassa) provvisto di un foro destinato a ricevere l'estremità inferiore dell'albero. Dopo averne verniciato la faccia interna, fissiamo il ponte sullo scafo per mezzo di piccole viti di ottone. Se l'operazione sarà stata eseguita a dovere, si otterrà una superficie uniforme e ben avviata. Bisogna eseguire le operazioni di avvitamento con molta cura, per evitare che esse provochino rigonfiamenti o fessurazioni sui fianchi dello scafo; sulle paratie, si praticheranno dei forellini (prefori) nei punti dove si dovranno montare le viti. Il blocco dove verrà ad inserirsi l'estremità inferiore dell'albero deve trovarsi esattamente al disotto del foro (mastra) praticato nel ponte per il passaggio dell'albero. Con l'ausilio di un coltello bene affilato o di un pialletto, asportiamo dall'orlo del ponte il materiale sporgente dai fianchi dello scafo, in modo da portare quest'orlo a filo degli stessi.

Fig. 592. Misure delle vele del modello Sharpie.

L'albero ha una lunghezza di 60 cm e sarà lavorato in modo analogo a quello seguito per l'albero del modello precedente. Ricaviamo l'asta inferiore della randa (boma) da un'asticciola del diametro di 6 mm e lunga 35 mm; e ricaviamo l'asta inferiore della vela anteriore (fiocco) da un'asticciola del diametro di mm 4 e lunga mm 250. Come si rileva dalla figura **585** la vela principale (randa) è provvista superiormente di un'asta (picco) lunga mm 280, con diametro di mm 4. Tanto la boma quanto il picco e l'asta inferiore del fiocco devono essere leggermente rastremati. La figura **592** dà le misure delle vele dopo che il loro perimetro sarà stato orlato. Poiché il centro di pressione della vela aurica (randa) si trova un po' piú arretrato che nella vela del modello precedentemente descritto, abbiamo compensato questo spostamento aumentando le dimensioni del fiocco, che verrà pertanto a sopravanzare dalla prora e dovrà avere la sua estremità anteriore fissata a un alberetto (bompresso) che appoggia sulla prora e sporge da questa (fig. **585**). Questo alberetto è costituito da un'asticciola lunga mm 130 e del diametro di mm 8, che sarà anch'essa rastremata verso l'estremità anteriore fino a raggiungere il diametro di mm 4. Spianiamo l'estremità opposta per una lunghezza di 60 mm e fissiamola al blocco di prora mediante due viti.

Occupiamoci ora dell'attrezzatura del nostro battello. L'albero sarà fissato, come già abbiamo visto nel modello precedente, mediante due tiranti laterali (sartie) e un tirante anteriore (straglio). Le due sartie saranno fissate al ponte e ai fianchi dello scafo mediante due occhielli con gambo avvitati nella posizione indicata nella figura **585**. Questa operazione richiede molta cura perché lo sforzo a cui questi occhielli saranno sottoposti è ovviamente superiore a quello che

sopportano le viti analoghe del modello precedentemente esaminato. Dalla figura **585** si rileva che la ghiera infilata 11 cm circa al disotto della sommità dell'albero, porta un occhio rivolto verso poppa. In questo occhio è inserito un pezzo di spago (che ci sarà servito per spingere verso il basso, nella sua posizione definitiva, la ghiera stessa) al quale si attacca l'estremità del picco rivolta verso l'albero e che è unito a questo in modo scorrevole, grazie a un occhiello costituito da una striscia di cuoio. Questo spago, cosí come è stato fatto per le sartie, viene legato a un uncino fissato in un punto dell'albero vicino al ponte. Con ciò l'attrezzatura dell'albero sarà ultimata. L'uncino può essere ottenuto molto semplicemente da una striscia di ottone dello spessore di un millimetro, convenientemente piegata ai due capi e fissata all'albero mediante due vitine. Conviene arrotondare accuratamente gli spigoli di questa striscia di ottone, per evitare che taglino lo spago. A 5 cm verso l'alto dalla ghiera già infilata nell'albero, ne infiliamo una seconda, provvista di due occhi contrapposti nei quali è infilato anteriormente il tirante prodiero dell'albero (straglio) e posteriormente, il tirante del picco. Manovrando questo tirante, che per uno dei capi è fissato circa 10 cm al disotto dell'estremità del picco, si otterrà lo spiegamento della randa. L'altro capo del tirante del picco è fissato a un occhiello avvitato sul ponte. Lo straglio avrà uno dei capi assicurato all'estremità esterna del bompresso e l'altro allo stesso occhiello, al quale è fissato il tirante del picco. Allo straglio è unito il lato anteriore del fiocco. Il bompresso è a sua volta irrigidito mediante un tirante di spago assicurato a una vite ad occhio montata sulla ruota di prora a 2 cm circa sopra la linea di immersione. In via di massima le vele vengono issate e mantenute spiegate in modo analogo a quello seguito con il primo modello con la differenza che alla randa si è ora aggiunto il picco, che nel primo modello non figurava.

L'unione mobile della boma all'albero si realizza in modo abbastanza semplice mediante due viti a occhio (fig. **593**) montate, previo preforo, l'una sull'estremità prodiera della boma, e l'altra sulla faccia poppiera dell'albero, in prossimità del ponte. Con l'aiuto di una pinza si apre l'occhio della seconda quanto occorre per infilarlo nell'occhio della prima. Se non si prevede di dover diminuire

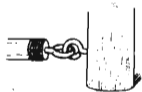



Fig. 593. Fissaggio della boma all'albero.

la superficie della vela esposta al vento, l'occhio che abbiamo leggermente aperto può essere richiuso sempre per mezzo della pinza.

La manovra delle scotte e il loro fissaggio, sono analoghi a quelli già descritti parlando del primo modello. Per evitare che, quando il lago o lo stagno sono agitati, il nostro modello imbarchi troppa acqua, provvediamo l'apertura quadrangolare del ponte (boccaporto) di un coperchio a tenuta stagna che, naturalmente, deve essere anch'esso convenientemente verniciato. Se poi vogliamo che il modello sia ancora meglio premunito contro i capricci del tempo, possiamo eliminare il boccaporto praticando sul ponte un piccolo foro (chiuso con un tappo di sughero) attraverso il quale è possibile scaricare l'acqua che si fosse infiltrata nello scafo. Dopo che avremo fissato sulla cima dell'albero una piccola bandiera, il nostro battello sarà pronto per scendere in acqua (tav. XXIX, fig. **74**).

Costruzione di un battello a motore di L. Hildebrand (tav. XXIX fig. 73).

Per la costruzione di battelli a motore, è particolarmente indicato il legno di balsa. Da una tavola di questo legno, dello spessore di mm 20, lunga 400 e larga mm 80, si ricava il fondo, o chiglia, che deve avere la sagoma indicata con la linea (— . . — . . — . . — . .) come da figura **594** (part. **1**). Ricaviamo ora la prora (part. **2**) e la poppa (part. **3**), che sono fissate nelle rispettive posizioni indicate nei disegni della figura **594**. Da una tavoletta di balsa sempre dello spessore di mm 20 si ricavano ora i due fianchi leggermente curvi dello scafo (part. **4**) che uniamo poi al fondo con una colla resistente all'acqua.

Procediamo ora alla installazione del motore (part. **7**) e del tubo dell'albero di trasmissione (part. **5**). L'elica (part. **6**), l'albero dell'elica e il motore possono essere acquistati presso i negozianti di modelli. Attraverso la chiglia viene praticato un foro di diametro leggermente inferiore a quello del tubo dell'albero dell'elica. Inseriamo poi questo tubo, abbondantemente spalmato di colla, nel foro dello scafo, mediante colpi di martello dati a regola d'arte. Per il motore si deve ricavare un alloggiamento nella chiglia, avendo cura che l'albero di trasmissione venga a trovarsi sul prolungamento dell'asse motore. Il motore sarà contenuto in una culla che verrà fissata alla chiglia. Sovente l'albero motore è unito a quello dell'elica mediante un giunto elastico o, in mancanza di questo, mediante uno spezzone di tubo di gomma o di materia plastica che consenta piccoli errori di allineamento tra i due assi che collega. Perché il motore possa ruotare uniformemente, occorre che questo collegamento non presenti gomiti.

Le diverse sagome che assume lo scafo dalla poppa alla prora, sono rappresentate nelle sezioni **A-A**, **B-B**, **C-C**, **D-D**. Con l'aiuto del metro, della lima da legno e della carta vetrata lavoriamo accuratamente il corpo dello scafo fino a che non presenti superfici lisce e avviate, prive cioè di brusche variazioni. Le eventuali rientranze della superficie esterna vengono colmate con mastice e stucco e pareggiate poi con la superficie circostante, passandovi la carta vetrata. Lo scafo può ora essere dipinto con vernice a olio e, se si è impiegato il legno balsa, deve ricevere una seconda mano di vernice spessa, che sarà in seguito lisciata con carta smeriglio umida e passata alla pulitrice.

Il ponte **8** consiste di una tavoletta di legno compensato dello spessore di mm 1 e porterà nel mezzo un'apertura attraverso la quale sia possibile sostituire le batterie ed eseguire la manutenzione del motore. Le sovrastrutture, la parte cioè del battello situata sopra il ponte superiore, possono avere una forma molto semplice oppure riprodurre il disegno della figura **594**. Anche per la costruzione di queste sovrastrutture le sezioni trasversali **A-A**, **B-B**, **C-C**, **D-D** danno utili indicazioni. Le due fiancate sono di legno compensato, con forme che sarà facile desumere dalla figura **594**, e vengono fissate al ponte con liste di balsa 3×3 mm, oppure di pino selvatico. Ricaviamo ora i tetti della cabina anteriore e della cabina del timone da una tavoletta dello spessore di mm 3. Dopo aver lavorato e contornato con la lima da legno questi tetti, lisciamoli con carta vetrata o con tela smeriglio, in modo che assumano un bell'aspetto. Anche le cabine posteriori saranno provviste di tetto in legno compensato. Prima di verniciare il ponte si tracci su di esso il perimetro della pianta delle sovrastrutture. Queste saranno verniciate in bianco o in giallo chiaro: la mano di fondo sarà, come al solito, lisciata con carta vetrata fine, prima di procedere alla verniciatura principale.

Modello storico: la cocca della lega Anseatica (1370) di F. Schweigmann.

Le cocche percorrevano in ogni senso i mari settentrionali d'Europa, e costituivano il principale pilastro su cui si reggeva la potenza marinara della lega

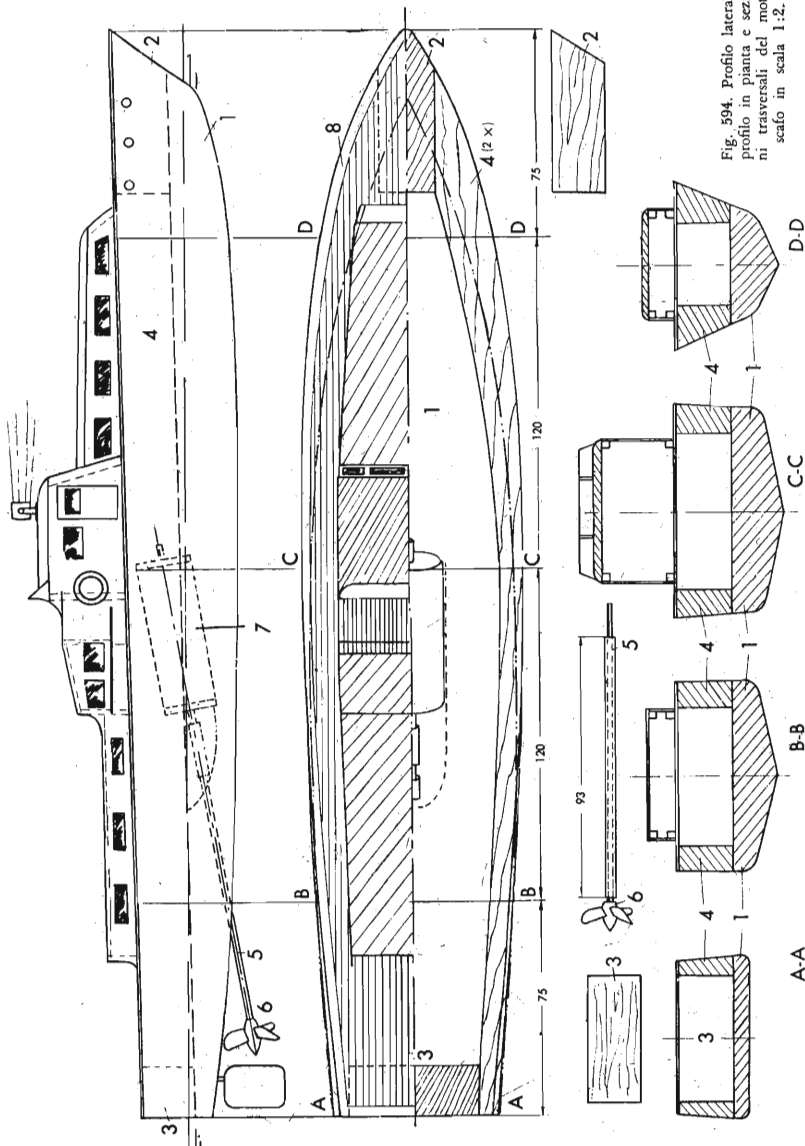



Fig. 594. Profilo laterale, profilo in pianta e sezioni trasversali del motoscafo in scala 1:2.

Anseatica, che raggiunse il massimo splendore verso il 1370. Questa nave aveva lo scafo di forma panciuta, stiva coperta, con castello di prora e cassero di poppa rettilinei. Il timone era articolato a poppa con cerniere di ferro sul tipo di quelle in uso per le porte. L'asta del timone attraversava il dritto di poppa per raggiungere il livello del cassero dove poteva essere manovrata dal pilota. La nave aveva un unico albero con una sola grande vela quadra, e la coffa, situata in cima all'albero, serviva anche da posto di vedetta. Con l'aiuto di un montacarichi primitivo, i proiettili venivano sollevati fino all'altezza della coffa e di qui erano lanciati sul nemico. Il bompresso era fissato mediante robuste corde alla prora. I fori laterali della prora, attraverso i quali passavano queste corde, opportunamente allargati, servivano da cubíe o occhi di prua (cosí si chiamano le due aperture a prora attraverso le quali passano le gomene dell'ancora). Attraverso le cubíe, queste gomene raggiungevano una trave attorno alla quale si avvolgevano per scendere poi nella stiva. Dal bompresso, assicurata a una catena, pendeva un'asta di ferro che portava all'estremità una serie di uncini mediante i quali si cercava di agganciare la nave nemica durante l'arrembaggio. Come segno di riconoscimento era issata una bandiera sull'albero, e il parapetto era dipinto in un modo convenuto. Due bandiere sventolavano sul cassero di poppa.

Con l'aiuto della scala della figura **595** si possono ricavare le dimensioni reali delle cocche. Per scegliere le dimensioni del modello che vogliamo costruire, rileviamo sul disegno la lunghezza della nave con una riga millimetrata o con un doppio decimetro, sia direttamente, sia mediante un compasso, e fissiamo poi un fattore di ragguaglio per il quale moltiplicheremo questa lunghezza cosí come tutte le altre misure del disegno.

Lo scafo, composto di due metà simmetriche rispetto al piano mediano longitudinale, è ricavato da due spezzoni uguali di legno non troppo duro a fibra fine e privo di nodi (ad esempio: pioppo, tiglio, ontàno), che abbiano le dimensioni indicate con linee tratteggiate nelle viste laterali e dall'alto (fig. **595**). Le facce longitudinali adiacenti di ognuno dei due spezzoni devono essere piallate ad angolo retto l'una rispetto all'altra. Si proceda poi alla lavorazione esterna dello scafo con l'aiuto di una sagoma per il profilo laterale e di otto sagome per le diverse ordinate da **0** a **8**. Ritagliamo con esattezza le sagome da un foglio di cartone sottile ma rigido, sul quale esse saranno state preventivamente tracciate. Segniamo sulla sagoma del profilo laterale la posizione delle diverse ordinate, e su entrambi gli spezzoni disegniamo il profilo laterale, applicandovi le sagome e avendo cura che il loro lato inferiore coincida col piano inferiore degli spezzoni stessi. Oltre il perimetro della sagoma laterale devono essere tracciate sugli spezzoni anche le ordinate, prolungando la tracciatura di queste su tutte le facce. Sulla faccia opposta dello spezzone riportiamo la sagoma, e, procedendo come sulla prima faccia, disegniamo il profilo laterale, avendo cura che le ordinate disegnate nella sagoma coincidano con quelle tracciate sullo spezzone. I due spezzoni possono ora essere segati secondo i profili tracciati su di essi (fig. **596**), e i pezzi cosí ottenuti devono essere convenientemente lisciati sulle diverse facce; tracciamo nuovamente su di essi le posizioni delle ordinate.

Dobbiamo ora preparare la chiglia che sporge dallo scafo, come si vede dalla figura **595**, e che termina nella ruota di prora e nel dritto di poppa. Nei modelli piccoli, chiglia, ruota di prora, dritto di poppa e timone, costituiscono un solo pezzo, ma nei modelli piú grandi il timone è articolato sul dritto di poppa in modo da poter ruotare secondo le esigenze delle varie manovre. Sullo scafo, in corrispondenza del piano di unione delle due metà, viene ricavata una scanalatura che corre da poppa a prua passando lungo la parte inferiore dello scafo ed è destinata a ricevere la striscia piú interna della chiglia (fig. **595** e

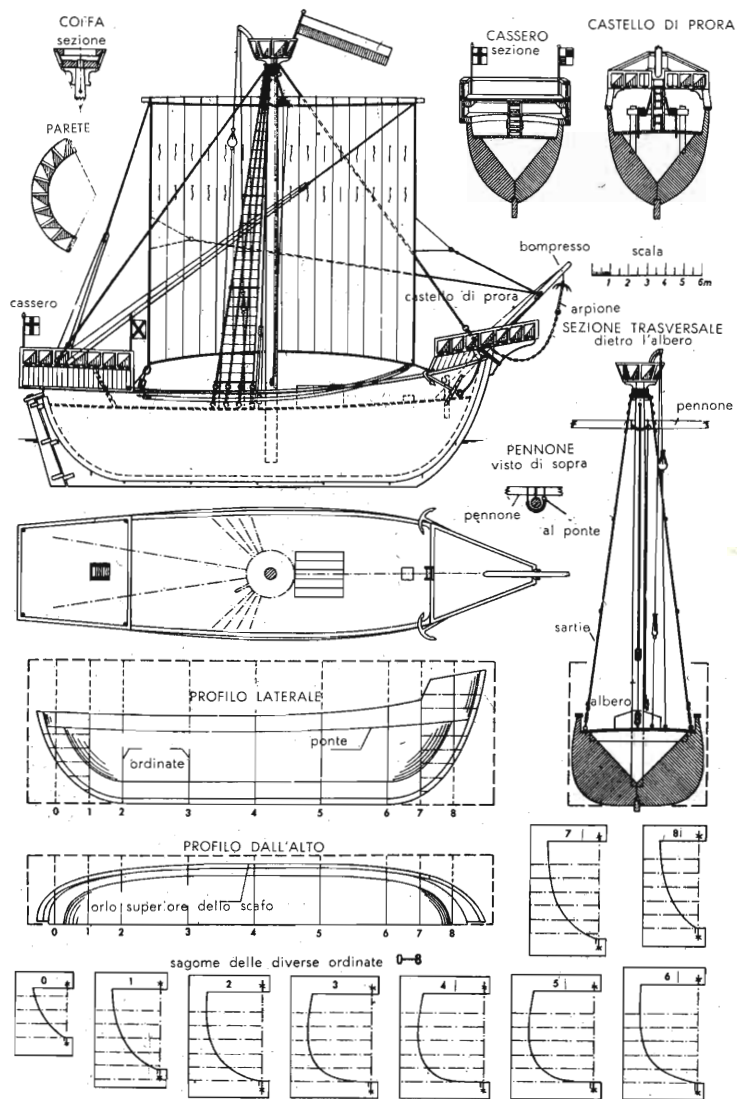



Fig. 595. Modello di una cocca dell'Ansa.

fig. **598**). Tracciamo ora sulla faccia superiore di uno dei due pezzi in lavorazione il profilo superiore dello scafo, rilevandolo dalla vista di sopra (fig. **595**). Per far questo riportiamo a uno a uno i punti di questo profilo corrispondenti alle diverse ordinate e colleghiamoli con una linea continua e ben avviata. Rileviamo poi questa linea su carta trasparente, riportiamola sulla faccia superiore del secondo pezzo e sagomiamo la superficie esterna dello scafo applicando su di essa le successive sagome da **0** a **8** e asportando il materiale superfluo fino a quando la forma dello scafo non corrisponda al profilo della sagoma stessa. Incaviamo ora le due metà dello scafo, come si vede nella vista laterale e nella vista in sezione della figura **595**, e nella figura **599**. Sulla parte superiore pratichiamo la battuta dove dovrà appoggiarsi il ponte, lasciando un sottile bordo lungo questa battuta. Nella parte anteriore pratichiamo i due fori delle cubíe. Uniamo e incolliamo le due parti tra loro, avendo cura di inserire in mezzo ad esse la chiglia, dalla ruota di prora al dritto di poppa. Per sostenere il ponte si sistemano nello scafo alcuni bagli (vedi sezione dietro l'albero). Da un'assicella sottile, di quelle che si usano per l'impiallacciatura dei mobili, ritagliamo il ponte superiore e adattiamolo nel suo alloggiamento. Per eliminare la pressione che, a causa della sua bombatura, eserciterebbe la tavoletta di legno del ponte, inumidiamone i lati e curviamola preventivamente scaldandola alla fiamma del focolare. Si raccomanda di aggiustare e montare l'albero nella sua posizione prima di incollare il ponte nella sua battuta. Le sovrastrutture e simili sono costruiti anch'essi con legno da impiallacciatura mentre la ringhiera della coffa sarà ricavata da un pezzo di cartone.

L'albero, il timone e il bompresso si ricavano da legno duro di fibra fine come, ad esempio, l'acero. Il diametro dell'albero, dal basso fino a metà della distanza fra il ponte e la coffa, è uguale a 1/12 della massima larghezza dello scafo e al disopra di questo punto scende gradatamente a 1/18 di tale larghezza. Il pennone ha, nel suo punto di mezzo, diametro uguale a quello della cima dell'albero e scende alla metà di questo diametro nei due estremi; il diametro del bompresso è uguale alla metà di quello dell'albero. Per le attrezzature occorre disporre di spago e di filo nelle seguenti misure: grosso = 1/8 del diametro dell'albero normale; normale = 1/12 del diametro dell'albero; sottile = 1/20 del diametro dell'albero. Occorre inoltre avere a disposizione del comune filo da cucire. Prima di metterle in opera, immergiamo per alcune ore le diverse parti dell'attrezzatura in un bagno che le darà il colore caratteristico (mordente noce, all'acqua), e successivamente stendiamole ad asciugare. L'albero è sostenuto lateralmente con quattro coppie di sàrtie e posteriormente con due tiranti, tutti ricavati da spago grosso avvolto attorno ad esso sotto la coffa.

Le estremità inferiori di tutte queste manovre sono provviste di anelli fissati ad esse mediante filo avvolto a piú spire. Colleghiamo le sartie trasversalmente, in modo analogo a quanto si fa nelle scale di corda, sia con spago sottile (fig. **600**), sia con bastoncelli di legno. Il pennone è sostenuto con uno spago molto robusto che sale verso la cima dell'albero ed è rinviato in basso attraverso un foro praticato nell'albero stesso. L'estremità inferiore di questo tirante è tesa con un sistema di carrucole. Le estremità del pennone, gli angoli inferiori e i due lati verticali della vela quadra sono tesi, sia mediante carrucole, sia mediante tiranti. Le carrucole sono costruite con dischi di legno opportunamente forati, sui quali si avvolgono gli spaghi delle varie manovre (fig. **601**). L'unione scorrevole del pennone all'albero è realizzata nel modo indicato nella figura **595**, mediante un anello di spago.

Possiamo ricavare la vela da un pezzo di tela bianca da camicia; dopo l'operazione di orlatura immergiamola in un bagno di caffè filtrato per conferirgliene il colore. Sarà poi stesa ad asciugare ed infine verrà provvista di spa-

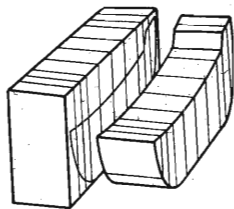



Fig. 596. Tracciatura del profilo e segatura del blocco.

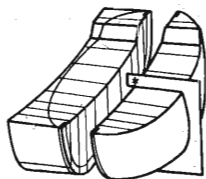



Fig. 598. Tracciatura e lavorazione della convessità esterna dello scafo controllandola con le sagome delle ordinate.

Fig. 600. Fissaggio delle manovre.

Fig. 601. Carrucole.

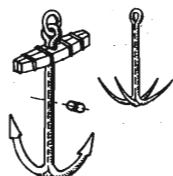



Fig. 602. Ancora e arpione.

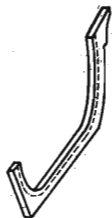



Fig. 597. La chiglia col dritto di poppa e la ruota di prora.

Fig. 599. Le due metà incavate dello scafo con la chiglia inserita nella sua scanalatura.

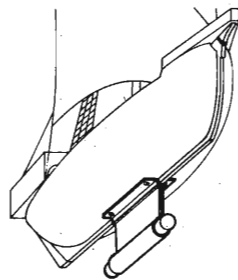



Fig. 603. Una chiglia zavorrata conferisce al modello l'attitudine a navigare.

ghi perimetrali di rinforzo. Per dare alla vela la caratteristica forma panciuta si deve fissarne il lato superiore allo spigolo di un tavolo e bagnarla esercitando una pressione nella parte centrale per mezzo di una palla. Quando la vela avrà assunto la voluta concavità si può ridare alle corde perimetrali la loro tensione normale. La vela è poi fissata al pennone. Ancora e arpioni saranno ricavati da fili di ferro convenientemente piegati, appuntiti e saldati tra loro. Il ceppo dell'ancora è costituito da due metà unite fra loro mediante legature (fig. **602**).

Verniciatura. Dipingiamo lo scafo di bruno scuro con vernice ad olio diluita, il ponte e le sovrastrutture in bruno, i parapetti e la fiamma dell'albero in bianco e rosso con colori ad acquarello ai quali è stata aggiunta della colla, le aste di legno in vernice bruno-chiara e le parti di ferro (es. ancora) in vernice nera. Sulle diverse manovre passeremo una mano di cera.

Galleggiabilità dei modelli. Un modello di nave storica può difficilmente galleggiare e navigare. Il peso dell'attrezzatura è cosí elevato che soltanto mediante l'adozione di una chiglia di zavorratura molto profonda si riesce a ottenere una ripartizione verticale dei pesi che permetta alla nave di galleggiare mantenendosi diritta. Lo scafo di un modello destinato a navigare deve essere imbevuto di vernice ad olio prima della verniciatura vera e propria e deve essere infine laccato piuttosto che spalmato di cera. Dopo di ciò il modello, completamente attrezzato, verrà messo in acqua e caricato di pesi fino al raggiungimento della linea di immersione. La chiglia di zavorratura da fissare sotto lo scafo (fig. **603**), che deve pesare quanto, in complesso, i pesi che abbiamo caricati sul modello, può essere ricavata da una striscia di alluminio e da un cilindretto di piombo e sarà fissata inferiormente allo scafo mediante viti di ottone.

XI. COSTRUIAMOCI UN VERO CANOTTO

(dell'ingegnere navale L. Zeiller)

Probabilmente ognuno di noi ha avuto, almeno una volta, il desiderio di costruirsi una vera e propria nave, nella quale fosse possibile compiere lunghi viaggi. Naturalmente, questa costruzione non è semplice come quella di un modello, e chi ha voluto intraprenderla senza precise direttive sarà riuscito a mettere assieme un natante molto simile a una zattera o a un trogolo. Nelle pagine che seguono ci siamo proposti di dare al giovane costruttore navale l'aiuto che gli occorre per costruirsi un canotto a un solo posto, semplice, ma che lo possa portare sull'acqua con sicurezza. Questo canotto non affonda neppure se si capovolge, cosicché, se dovesse accadere una cosa simile il canottiere potrebbe attendere senz'ansia l'arrivo di aiuto o, se possibile, rimettere il battello nella posizione corretta e, dopo averlo svuotato dell'acqua imbarcata, riprendere a navigare. La stabilità non meno delle dimensioni sufficientemente grandi, è una qualità che il canotto deve possedere per rispondere al suo scopo.

Fig. 604. In navigazione.

Introduzione.

Preparazione dei componenti. Il canotto è rappresentato nella figura **605**, visto di fianco e di sopra. La sua lunghezza, dal dritto di poppa alla punta estrema della ruota di prora (lunghezza fuori tutto), è di m 3,50, e la sua larghezza massima è di m 0,70. Nella figura **607** è rappresentata una sezione del battello dalla quale si rilevano gli elementi che collegano le diverse parti del canotto. È chiaro che questa costruzione non può essere condotta a termine con l'aiuto del solo metro da falegname, tuttavia occorreranno soltanto i seguenti strumenti: una robusta sega a mano, una pialla per spianature grossolane; una pialla doppia per spianature di fino, un robusto trapano a mano (oppure una menarola) con punte di ricambio, uno scalpello, un utensile accecatore (per praticare le svasature dove vanno ad alloggiarsi le teste delle viti o dei chiodi quando sono in opera). Se non si hanno a disposizione tutti questi strumenti e utensili occorrerà procurarsi quelli mancanti. Durante la costruzione, il battello sarà sostenuto da un apposito cavalletto che ha le dimensioni indicate nella figura **608**. Potrà servire allo scopo una vecchia trave il cui piano superiore dovrà venire spianato a pialla. Per dare al fondo del battello la necessaria curvatura, fissiamo sul piano superiore del cavalletto quattro blocchetti di sostegno aventi le dimensioni indicate nella figura **609**, e collocati alle distanze indicate nella figura **608**.

Fig. 605. Vista laterale e dall'alto.

Fig. 606. Sezione attraverso il corpo del battello.

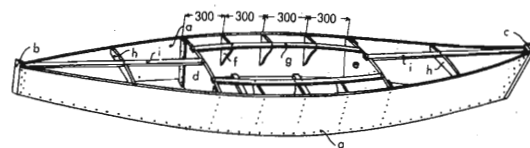



Fig. 607. Vista del canotto senza ponte: *a*) fiancata, *b*) e *c*) dritto di poppa e ruota di prora, *d*) e *e*) paratie, *f*) mensole, *g*) correnti longitudinali, *h*) bagli, *i*) correnti longitudinali.

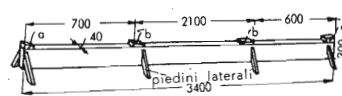



Fig. 608. Cavalletto di sostegno.

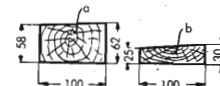



Fig. 609. Tasselli *a* e *b* per il cavalletto.

Occupiamoci ora del legname occorrente per la costruzione del nostro battello. Questo materiale deve avere le dimensioni elencate nella lista che segue, che si riferiscono al legname greggio. Durante l'acquisto presteremo attenzione che il legname sia stagionato, privo di screpolature e specialmente di nodi, perché da materiale scadente non è possibile ricavare un battello perfetto.

Costruzione.

Lista del legname.

(Le dimensioni sono espresse in mm).

Lista di collegamento longitudinale

Pezzo	*Qualità legno*	*Lunghezza*	*Larghezza*	*Spessore*	*Pezzi*	*Annotazioni*
Fondo dello scafo	Pino	3500	350	15	2	esente da nodi e screpolature
Fiancate	»	3600	300	12	2	idem
Ponte	Abete	3600	380	12	2	idem
Paratie	»	—	—	—	1	idem
Mensole	»	—	—	—	—	—
Lista di collegamento longitudinale .	»	3500	45	18	1	—
Lista di collegamento trasversale .	»	2500	35	18	1	—
Correnti longitudinali del boccaporto	»	2600	45	25	1	—
Bagli	»	1200	100	18	1	—
Correnti del ponte	»	2400	35	18	1	—
Mascellari e tagliamare del boccaporto	»	3000	250	12	1	—
Ruota di prora e dritto di poppa .	Quercia	500	200	55	1	—
Chiodi zincati a caldo	2 kg circa, lunghi circa 40 mm					
Viti di ottone	1 grossa, lunghe circa 40 mm, con diametro 5 mm					

Le dimensioni dei pezzi finiti di ciascun componente dopo la piallatura, possono essere ricavati dalla lista che segue. È opportuno mettere in rilievo che la piallatura del legname alle dimensioni definitive, per chi non vi si è esercitato a lungo, richiederebbe troppo tempo, per cui è consigliabile affidare il legname a un falegname e incaricarlo di portarlo agli spessori prescritti. I diversi pezzi saranno poi facilmente tracciati sulle superfici lisce e richiederanno soltanto una sbavatura sugli spigoli ottenuti di sega.

Spessori delle parti in legno dopo la piallatura.

	mm		mm
Fondo dello scafo	10	Correnti laterali del boccaporto	20×40
Fiancate	8	Bagli	15
Ponte	7	Correnti del ponte	15×30
Paratie	12	Mascellari e tagliamare del boccaporto	9
Mensole	15	Ruota di prora e dritto di poppa (2)	70×50
Lista di collegamento longitudinale	15×40	Squadrette di prora e di poppa	50
Lista di collegamento trasversale	15×30		

Poiché soltanto poche parti possono essere rappresentate in grandezza naturale, è necessario riportare le misure delle altre sulle tavole o sui travicelli da cui dovranno essere ricavate tenendo presente gli ingrandimenti corrispondenti alla scala in cui è stato eseguito il disegno. È opportuno riportare le dimensioni dei vari particolari su cartone, oppure su carta di una certa consistenza, e ritagliarne dei profili che saranno poi sovrapposti ai pezzi da sagomare per tracciarvi le linee da seguire con la sega.

Ultimata la preparazione, procediamo alla lavorazione delle diverse parti, nel modo descritto qui di seguito. Incominceremo a fissare al pavimento del laboratorio, mediante chiodi passanti attraverso i piedini, il cavalletto destinato a sostenere il nostro battello.

Il fondo. Riportiamo le misure indicate dalla figura **610** su una delle tavolette destinate a questo pezzo. Per poter tracciare il profilo esterno in modo che risulti ben avviato, muniamoci di una striscia flessibile di abete lunga 4 metri, spessa mm 15 e alta mm 25, e fissiamola con punte d'acciaio nelle posizioni indicate dalle quote del disegno. Questa striscia ci dà modo di tracciare il contorno che dovrà poi essere seguito dalla sega. Otterremo in tal modo una metà del fondo. Anche questo lavoro sarebbe preferibile farlo eseguire da un abile falegname sulla sega meccanica a nastro. In modo analogo si prepara l'altra metà del fondo, adoperando la prima metà come sagoma, cosí da ottenere

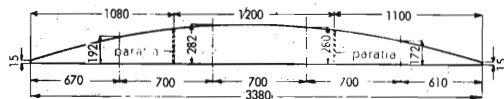



Fig. 610. Metà del fondo.

una perfetta simmetria delle due parti. Una buona piallatura del bordo diritto delle due metà, contribuisce a garantire una giunzione perfettamente combaciante. Perché questa giunzione sia a tenuta stagna, è opportuno spalmare i due bordi con vernice a olio. Applichiamo ora i listelli trasversali (fig. **623**) che saranno stati precedentemente tagliati nelle lunghezze prescritte e fissiamoli sul fondo mediante chiodi zincati che saranno ribaditi tenendo premuto contro la testa un pezzo di ferro (martello o simile). La giunzione longitudinale delle due metà del fondo viene coperta inferiormente con coprigiunto longitudinale largo 40 mm e spesso 15. Tra il fondo e questo coprigiunto è bene interporre una striscia di tela di lino oppure di flanella imbevuta di vernice ad olio densa. È in ogni caso necessario verniciare con olio spesso le superfici del fondo e della lista longitudinale che verranno a contatto, sempre al fine di ottenere una buona tenuta stagna. Il fondo è ora ultimato e per il momento può essere accantonato in attesa di metterlo in opera.

Paratie. Dedichiamoci ora alla preparazione delle paratie che separano i compartimenti di prora e di poppa da quello che ospiterà il canottiere. Sulla tavoletta a ciò destinata tracciamo i contorni, disegnati nelle figure **12** e **13**, per la paratia prodiera e per quella poppiera. Il lato superiore di queste paratie viene centinato secondo un arco di cerchio, in modo da sposare la curvatura del ponte. La figura **611** mostra come le due paratie siano ricavate dalla tavoletta. Tanto sui due lati di unione ai fianchi, quanto sul lato inferiore della paratia, si inchiodano delle listarelle di abete che contribuiranno a irrobustire il pezzo (fig. **612**). Anche le paratie appena finite saranno accantonate in attesa di essere messe in opera.

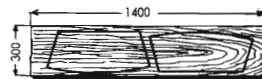



Fig. 611. Tavoletta con tracciate le paratie.

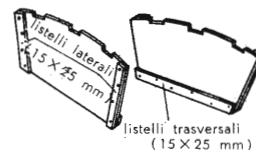



Fig. 612. Listelli di rinforzo sulle paratie.

Ruota di prora e dritto di poppa. Le dimensioni della ruota di prora e del dritto di poppa, nonché quelle delle loro squadrette, sono chiaramente indicate nelle figure da **613** a **618** e nei disegni costruttivi (figg. **6-9**) che mostrano questi particolari in grandezza naturale. I profili di queste parti sono tracciati sulla tavoletta ad esse destinata, la quale sarà già stata piallata dal nostro falegname al prescritto spessore di 50 mm. Rivolgiamoci a questo preziosissimo collaboratore anche per fargli segare i diversi pezzi secondo le sagome disegnate sulla tavoletta, tanto piú che il legno da lavorare di sega è la rovere, che è un'essenza piuttosto dura. Dopo l'operazione di contornatura, e dopo aver compiuto la raccordatura e la lisciatura con l'aiuto del pialletto e della raspa, il dritto di poppa e la ruota di prora dovranno essere incavati sui due fianchi come si rileva dalle figure **617** e **618**. Questi incavi, nei quali vengono a fare battuta le due fiancate dello scafo, devono risultare inclinati secondo l'angolo con cui le fiancate vengono a congiungersi alla ruota di prora e al dritto di poppa. Gli incavi si ottengono con l'aiuto dello scalpello e del pialletto, ed è buona norma munirsi anche di una sagoma da applicare sul pezzo in corso di lavorazione come guida nell'operazione che si sta eseguendo.

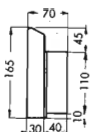



Fig. 613. Schizzo quotato del dritto di poppa.

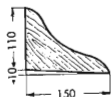



Fig. 614. Squadretta di poppa.

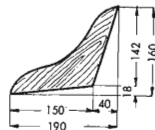



Fig. 615. Squadretta di prora.

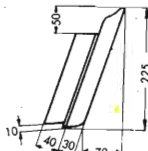



Fig. 616. Schizzo quotato della ruota di prora.

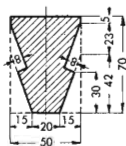



Fig. 617. Sezione attraverso il dritto di poppa.

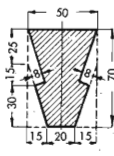



Fig. 618. Sezione attraverso la ruota di prora.

Fig. 619. Tavoletta con tracciati il dritto di poppa, la ruota di prora e le loro squadrette.

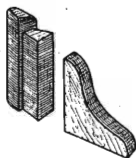



Fig. 620. Dritto e squadretta di poppa.

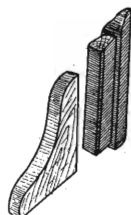



Fig. 621. Ruota e squadretta di prora.

Fig. 622. Unione della ruota di prora alla sua squadretta e al fondo.

Unione della ruota di prora e del dritto di poppa con le squadrette e con il fondo dello scafo. Effettuiamo l'unione della ruota di prora o del dritto di poppa alle rispettive squadrette e al fondo, mediante viti da legno, avendo l'avvertenza di spalmare con vernice a olio densa le superfici che dovranno venire a contatto.

Unione delle paratie al fondo. Uniamo le due paratie al fondo mediante robuste viti da legno che, penetrando dal disotto, passano attraverso il fondo stesso e si avvitano sui listelli laterali.

Nei punti dove devono essere fissate le paratie, copriamo il fondo di una mano di vernice a olio densa. È inoltre raccomandabile di inserire sotto la paratia una striscia di tela imbevuta di vernice. Nella figura **623** si vede il fondo del battello con la prua, la poppa e le paratie già in opera.

Posa del fondo sul cavalletto. Posiamo ora, come è rappresentato nella figura **623**, il fondo sul cavalletto a ciò predisposto e fissiamolo su di esso mediante alcune viti da legno. Come abbiamo già detto, i tasselli di cui il cavalletto è provvisto daranno al fondo la richiesta curvatura in senso longitudinale.

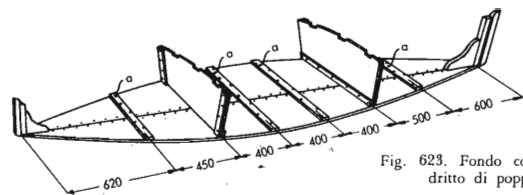



Fig. 623. Fondo con ruota di prora, dritto di poppa, e paratie.

Fig. 624. Smussatura dell'orlo del fondo.

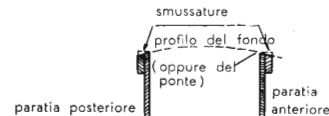



Fig. 625. Smussatura delle paratie.

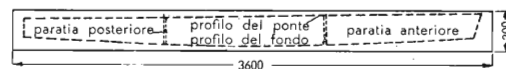



Fig. 626. Tavoletta per una fiancata.

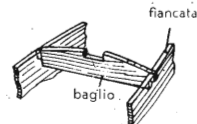



Fig. 627. Unione del baglio alle fiancate.

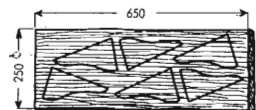



Fig. 628. Tavoletta con tracciate le mensole (notare l'orientamento delle fibre).

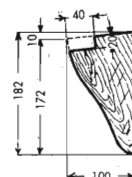
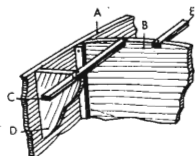



Fig. 629. Mensola.

Fig. 630. Sostegni del ponte: *A*) fiancata, *B*) paratia, C) corrente longitudinale, *D*) mensola, *E*) corrente longitudinale.

Smussatura del fondo. Il perimetro del fondo deve essere convenientemente smussato per assumere l'inclinazione delle fiancate che verranno ad adagiarsi su di esso (fig. **624**). Incominciando dai punti dove si trovano le paratie, smussiamo il contorno del fondo in modo che questo continui il loro profilo. Con l'ausilio di una piccola riga da disegnatore ci sarà poi facile controllare se lo smusso è stato fatto a dovere.

Smussatura degli spigoli laterali delle paratie. Anche gli spigoli laterali delle paratie vanno smussati in modo che quando applicheremo su di esse i fianchi dello scafo questi vengano a contatto delle paratie stesse per tutto il loro spessore. Per ottenere un buon contatto, è bene appoggiare su queste paratie un

listello flessibile largo 10 cm circa, e smussare gli spigoli fino a ottenere che il contatto sia il piú largo possibile. Dopo di ciò, per procedere nella costruzione, fissiamo il fondo dello scafo, provvisto di paratie e di estremità, sul pavimento del nostro laboratorio, avendo l'avvertenza di unire superiormente prua, paratie e poppa mediante un listello provvisorio e di verificare, con l'aiuto di una livella a bolla d'aria, che il piazzamento risulti orizzontale.

Messa in opera delle fiancate. La buona esecuzione del lavoro al quale stiamo ora per accingerci, ha una grande importanza per l'aspetto finale che assumerà il nostro battello: si tratta della messa in opera delle fiancate dello scafo. Queste fiancate consistono in due tavolette di pino dello spessore di 8 mm, che corrono da prora a poppa e che fissiamo ora sui bordi laterali delle paratie. Fissiamo provvisoriamente una di queste tavolette lungo un lato dello scafo in modo che a metà lunghezza circa tra prora e poppa sporga oltre il fondo per alcuni centimetri (fig. **626**). Segniamo ora su questa tavoletta il contorno inferiore del fondo e quello terminale anteriore e posteriore, che dovranno adattarsi perfettamente nelle scanalature ricavate nei blocchetti di prora e di poppa. Indichiamo infine i punti in cui la fiancata sfiorerà la faccia superiore del ponte in corrispondenza della prora, della poppa e delle paratie. Togliamo la tavoletta dallo scafo e congiungiamo con una linea continua i punti segnati del contorno superiore adoperando il listello usato per rilevare il perimetro del fondo. Il taglio del contorno della fiancata sarà ora eseguito col seghetto a mano oppure con la sega a nastro, tenendosi di alcuni millimetri fuori della linea disegnata con la matita. Riportando la prima fiancata cosí ottenuta sulla tavoletta destinata alla seconda, sarà facile ricavare anche questa. Le fiancate possono ora essere fissate alla prora, alla poppa e alle liste laterali delle paratie mediante viti di ottone e, al fondo, mediante chiodi zincati distanti da 50 a 60 mm l'uno dall'altro. Anche per le fiancate, come già in altri casi precedenti, le zone di unione alla prora, alla poppa, al fondo e alle paratie vanno spalmate con vernice a olio denso allo scopo di ottenere una buona tenuta, e anche in questo caso è preferibile inserire nelle zone di contatto delle strisce di tela opportunamente imbevute di vernice.

La messa in opera delle fiancate e il loro fissaggio all'ossatura del battello sono chiaramente illustrati nella figura **607**.

Bagli. Prepariamo i bagli di prora e di poppa riportando direttamente sul legno i contorni della figura **11**. Nelle scanalature praticate in mezzeria dei bagli verranno ad alloggiare i correnti longitudinali situati sotto il ponte.

Mensole. Le mensole che sostengono il ponte sui due lati del boccaporto sono ricavate riportandone la sagoma, rilevata dal disegno della figura **629** sull'assicella destinata a questi pezzi (fig. **628**). Dopo un'accurata finitura, fissiamo questi particolari alle fiancate dello scafo mediante viti di ottone montate dall'esterno.

Correnti del boccaporto e del ponte. I correnti situati ai due lati del boccaporto sono ricavati da listelli di legno larghi 40 mm e spessi 20, tagliati in lunghezza di m 1,30, e vengono adattati nelle intaccature precedentemente praticate sulle mensole e sulle paratie, alle quali vengono fissati nel modo illustrato nella figura **630**. I correnti longitudinali del ponte, che uniscono la paratia prodiera alla prora (lunghezza m 1,16) e la paratia poppiera alla poppa (lunghezza m 1,06) sono ricavati da listelli di legno larghi 30 e spessi 15 mm e vengono anch'essi incastrati nelle intaccature predisposte nelle paratie e nei bagli ai quali sono poi fissati con viti di ottone (fig. **630**).

Ponte. Come abbiamo già detto, impieghiamo per il ponte due tavolette di abete dello spessore di mm 7, le quali si congiungeranno in corrispondenza del piano mediano del battello e si estenderanno per tutta la lunghez-

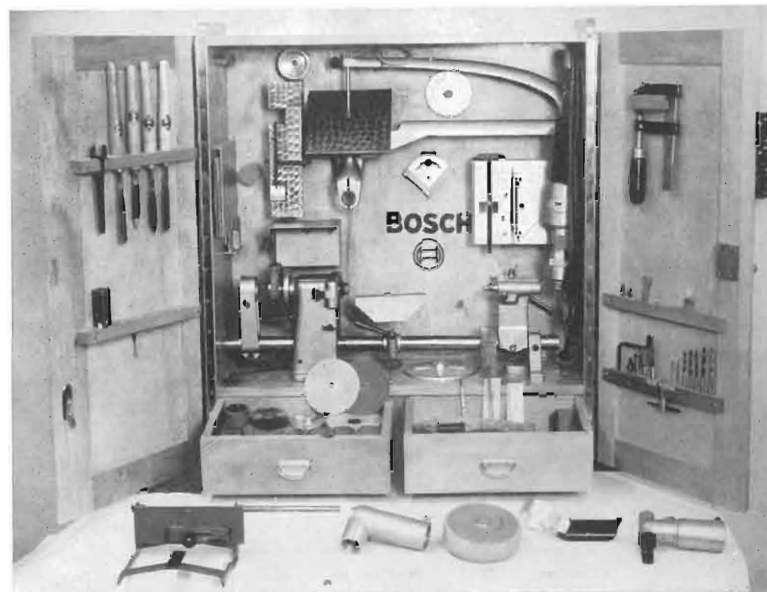



Foto 75. Un attrezzo ideale per il costruttore: il trapano elettrico a mano. Con gli accessori permette anche lavori di segatura, tornitura, fresatura, molatura e politura di legno e metallo (v. capitoli XIII-XIV).

Foto 76. Segare con la sega ad arco.

Foto 77. Segare con la sega circolare.

Foto 78. Tornitura.

Foto 79. Segare con la sega ad ago.

Foto 80. Fresatura di tenoni.

Foto 81. Tornio per metalli.

TAV. XXXI **Foto 82.** Volano fuso in piombo.

Foto 83. Maschiatura.

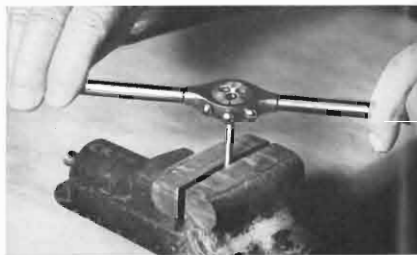



Foto 84. Filettatura.

Foto 85. Trapanatura con trapano a petto.

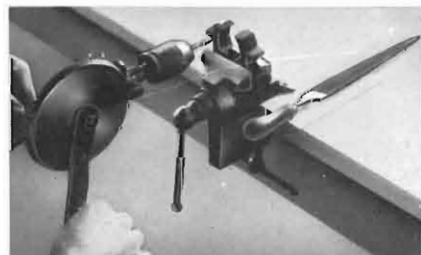



Foto 86. Come deve essere tenuta la lima.

Fig. 631. Ponte. Le due parti tratteggiate sono già unite mediante chiodatura.

Fig. 632. Procedimento di tracciatura del profilo esterno del ponte: A = morsetti a vite, B = tavoletta del ponte.

za dello stesso, sporgendo di qualche centimetro oltre le fiancate. Se incontrassimo difficoltà nel procurarci tavole lunghe m 3,60, si potrà costruire il ponte in quattro pezzi uniti come si vede nel disegno tratteggiato della figura **631**. Tracciare il contorno esterno del ponte non è difficile quando si proceda nel modo seguente: si pialla il filo di una delle due tavolette, la quale sarà poi adagiata sullo scafo, in modo che il bordo piallato coincida con la mezzeria dei correnti longitudinali, e sarà fissata provvisoriamente ai correnti mediante morsetti a vite (fig. **632**). Ora è facile tracciare con una matita da falegname il contorno del ponte seguendo l'orlo superiore delle fiancate, nonché quello dell'apertura del boccaporto, seguendo gli spigoli superiori delle paratie e quello del corrente laterale.

Tolta dallo scafo, la tavoletta può essere contornata con la sega a mano o con la sega a nastro, e usata poi come sagoma per ricavare l'altra metà del ponte. Durante l'operazione di contornatura bisogna avere l'avvertenza di tenerci qualche millimetro piú in fuori, in modo che sia possibile pareggiare esattamente il profilo esterno del ponte e quello dell'orlo superiore delle fiancate, asportando dal primo, con il pialletto e con la lima da legno il materiale superfluo. Prima di fissarvi definitivamente il ponte, procediamo alla verniciatura interna dello scafo anteriormente alla paratia prodiera e posteriormente alla poppiera, nonché della superficie inferiore del ponte, perché ovviamente queste operazioni non potranno essere eseguite dopo che il ponte sarà in opera. Diamo almeno due mani di vernice ad olio, grigio chiara, oppure verde. Congiungiamo ora le due metà del ponte in corrispondenza della mezzeria dei due correnti longitudinali, in modo da non lasciare nessuna fessura, e fissiamole a questi con chiodi zincati distanti fra loro 50 mm circa. Per evitare screpolature nel legno, sarà opportuno praticare un piccolo preforo nei punti dove verranno infissi i chiodi. Le teste di questi ultimi dovranno poi essere accecate nel legno in modo da evitare che, sporgendo, ostacolino la stuccatura e la verniciatura. In modo analogo, fissiamo il ponte agli orli superiori delle paratie e dei bagli. L'orlo esterno del ponte sarà infine fissato con chiodi zincati, distanti 50 mm l'uno dall'altro, all'orlo superiore dello scafo, praticando anche per questi chiodi un piccolo preforo, per evitare screpolature.

Se il legno del ponte è del tutto privo di difetti, possiamo far a meno di verniciarlo, riserbandoci di laccarlo piú tardi; in caso contrario, è piú opportuno coprire il ponte con tela da vela oppure con traliccio, che riceverà in seguito alcune passate di vernice ad olio. È bene chiarire come si debba procedere nel rivestire il ponte. Se appena è possibile, la stoffa occorrente per il rivestimento dovrà essere in un unico pezzo. In caso contrario, possiamo ricorrere a due strisce cucite per il lungo da un sellaio. Stendiamo ora la stoffa sul ponte e segniamo il profilo esterno e quello dell'apertura del boccaporto pre-

mendo la stoffa lungo questo contorno con il manico del martello o con qualche cosa di analogo. Ritagliamo ora la stoffa, lasciandovi tutt'intorno un orlo di cm 2,50, e fissiamo la copertura sul ponte per mezzo di chiodi da tappeziere, incominciando dal contorno del boccaporto per procedere poi al perimetro, avendo l'avvertenza di alternare la chiodatura fra la destra e la sinistra del ponte e tenendo ben tesa la stoffa con una larga pinza piatta, in modo da evitare ogni piega.

Prima di rivestire il ponte, dipingiamolo con vernice a olio, colmando poi con stucco i leggeri incavi in corrispondenza delle teste dei chiodi. Dopo questa mano di fondo, procediamo a stendere uno strato di smalto grasso e, quando questo è ancora umido, applichiamo la copertura di stoffa in modo che, asciugando, la stoffa resti incollata al legno del ponte.

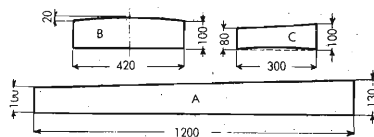



Fig. 633. Schizzi quotati per i ripari laterali (A), il riparo posteriore (B) e il frangi-onde (C).

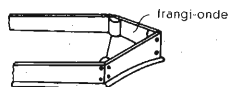



Fig. 635. Frangi-onde.

Fig. 634. Sezione attraverso la copertura (ponte) laterale al boccaporto:
A = riparo laterale (mascellare)
B = corrente longitudinale
C = mensola
D = copertura laterale
E = fiancata
F = listello di protezione
G = listello angolare.

Ripari laterali, frangi-onde, listello di protezione. L'intelaiatura del boccaporto, composta di due ripari laterali, di un frangi-onde e di un riparo posteriore, si ricava da tavole di legno di abete dello spessore di mm 9, tagliate nelle misure che si rilevano dalla figura **633**. L'unione dei ripari laterali ai correnti, e del riparo posteriore alla paratia poppiera è realizzata per mezzo di viti di ottone a testa bombata (fig. **634**). Nell'angolo tra i ripari e il ponte, fissiamo con puntine da disegno dei listelli con sezione a un quarto di cerchio. In modo analogo fissiamo sul ponte le due metà del frangi-onde (fig. **635**). Questi particolari saranno fissati definitivamente dopo che il ponte sarà stato verniciato. Per proteggere il battello contro le abrasioni, lo muniamo di un listello a sezione semicircolare alto 30 mm che corra lungo l'orlo del ponte. Questo listello, dopo essere stato tagliato in lunghezza, deve essere adattato nella posizione in cui sarà poi fissato dopo la verniciatura del ponte.

La costruzione è talmente avanzata, che dobbiamo ormai occuparci della verniciatura. Dopo aver pulito con cura l'interno da ogni traccia di trucioli e di polvere, e dopo aver lisciato l'esterno con una lama e con carta vetrata, passiamo una mano di vernice ad olio, tanto all'interno quanto all'esterno. Dopo questa prima mano, colmiamo con stucco le piccole cavità che si trovano in corrispondenza delle teste dei chiodi e delle viti in modo da eliminare ogni ineguaglianza superficiale. La scelta del colore è lasciata al gusto del costruttore, ma è sempre opportuno dare la preferenza ai colori chiari. Sono molto indicati il colore bianco o bianco avorio sopra la linea di galleggiamento, una mano di lacca sul ponte quando esso non è rivestito, oppure un colore verde chiaro o azzurro chiaro quando è rivestito e un colore verde oppure uno strato di catrame esente da impurità sotto la linea di galleggiamento. La verniciatura deve sempre consistere in due mani di fondo e in una mano di smalto. Prima di ogni mano di vernice, bisogna dare tempo di asciugare a quella precedentemente applicata, cosí da poter intercalare, tra i due strati, una lisciatura con carta vetrata. L'interno del battello riceverà una mano di verniciatura e una di smalto, oppure due mani di vernice grigio chiara. Se il costruttore non ha familiarità con i pennelli, sarà bene affidare il compito di verniciare a uno del mestiere. I ripari laterali, il frangi-onde e il listello di protezione saranno soltanto smaltati.

Poiché la verniciatura comporta lunghi intervalli per l'asciugatura, dedicheremo questo tempo al completamento dell'attrezzatura. La pedana consiste in alcune liste di abete dello spessore di mm 10, messe assieme come si vede nella figura **636**. Anche lo schienale sarà costruito di legno di abete secondo la figura **637**. Le mensole che servono ad appendere questo schienale all'intelaiatura del boccaporto devono essere di legno di quercia o di frassino. Il remo a doppia pala, tipo pagaia, se non può essere acquistato finito, sarà costruito secondo le figure **638** e **639**. Ricaviamo le due pale da tavolette di frassino con l'aiuto di una sagoma di carta consistente precedentemente preparata. L'asta che congiunge le due pale sarà ricavata da una verga di abete opportunamente lisciata. A ciascuna delle due estremità viene praticata una fessura dello spessore della pala, nella quale si inserisce la pala stessa, fissandovela mediante ribattini di rame. Ultimate queste attrezzature, si dà loro una mano di lacca. Arrivati ormai col nostro lavoro al punto di varare il battello che ci siamo costruiti da noi stessi, sceglieremo per la prima prova un giorno senza vento in modo che ci sia piú facile familiarizzarci con l'uso del remo, poiché, in realtà si tratta di un'arte.

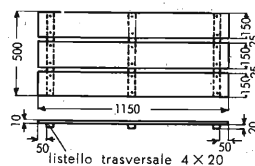



Fig. 636. Pedana o pagliolo.

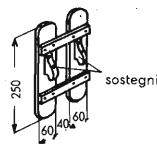



Fig. 637. Schienale oscillante.

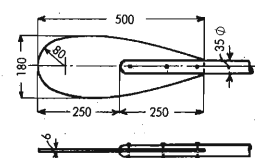



Fig. 638. Misure della pala del remo.

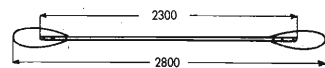



Fig. 639. Remo a doppia pala.

Al canottiere si addicono abiti leggeri cosí come gli scarponi e le giacche pesanti si addicono agli alpinisti. Nel salire sul battello occorrerà afferrarsi saldamente con le due mani al bordo del boccaporto, evitando inutili acrobazie che potrebbero concludersi con una caduta fuori del battello. Prendiamo ora il remo con entrambe le mani tenendo i pollici in basso e incominciamo a spingere il canotto alternativamente da destra e da sinistra, ma senza fretta. Dopo alcuni colpi di remo ci troveremo a navigare, solcando l'acqua con sicurezza.

La vela.

Impianto di velatura. Il canottiere che veda correre delle barche a vela nello specchio d'acqua che egli attraversa a forza di braccia, è naturalmente portato a pensare che sarebbe piú comodo, specie per i viaggi lunghi, sfruttare la forza del vento, invece di stancarsi con il remo, ed è talvolta anche spinto a costruirsi egli stesso una vela; ma la fortuna non arride sempre a questi tentativi. Per evitare ogni insuccesso, descriveremo qui di seguito un impianto di velatura che consente anche di navigare contro vento. Nella figura **14** delle tavole di costruzione si può vedere rappresentato un tipo di velatura che non comporta alcuna modifica nello scafo e che, oltre a risultare di facile costruzione, richiede l'impiego di mezzi semplici.

Derive laterali. Per evitare che sotto la spinta del vento il battello si sposti lateralmente, occorre aumentare convenientemente la superficie immersa che si oppone a questo spostamento. Generalmente, nei battelli a vela sprovvisti di zavorra (Iole, Canotti), si trova al disopra della chiglia una scatola a tenuta d'acqua nella quale si fa rientrare la chiglia stessa quando non occorra tenerla immersa. Una tale soluzione non è consigliabile per il nostro canotto che non è un veliero propriamente detto. Nel nostro caso saranno sufficienti due derive fissate lateralmente allo scafo verso la prora, le quali saranno tenute immerse o sollevate secondo la necessità della navigazione.

In altre parole potrà occorrere che la deriva sottovento (che si trova cioè dalla parte verso la quale soffia il vento) sia tenuta immersa mentre quella sopravvento (che si trova cioè dalla parte della quale viene il vento) debba essere tenuta sollevata. Come si vede dai disegni costruttivi (fig. **14**), le derive laterali possono ruotare attorno a un perno ed essere fissate nella posizione voluta stringendo una vite ad alette.

Timone di direzione. Poiché la propulsione a vela non consente di dirigere il canotto con i remi, è necessario ricorrere a un timone avente le caratteristiche di quello rappresentato nella figura **17**. La pala di questo timone è sollevabile, cosa particolarmente utile quando si attraversano acque poco profonde, infestate da vegetazione subacquea. Come si vede nella figura **18**, la parte superiore del timone si compone di due guance tra le quali può ruotare la pala rappresentata nella figura **19**, e sulle quali è inchiodato un manicotto a sezione quadra (fig. **20**), destinato a ricevere l'estremità della barra. Il timone è provvisto di due staffe di piattina di ferro rappresentate nella figura **21**, le quali sono sostenute dalle corrispondenti staffe avvitate alla prora del canotto (fig. **22**). La rotazione è resa possibile dallo spinotto (fig. **23**) che si infila negli occhielli terminali delle quattro staffe in parola. Come si rileva pure dai disegni costruttivi, le viti, gli spinotti e gli altri oggetti di ferro dovranno essere zincati.

Barra del timone. La manovra del timone è eseguita mediante la barra di frassino con due bracci divaricati, rappresentati nella figura **24**.

L'albero. L'albero deve essere di abete, costruito secondo le dimensioni indicate nella figura **25**. L'estremità inferiore dell'albero sarà a sezione quadra e si caletterà nella scassa (fig. **27**) predisposta sul fondo dello scafo. In corrispondenza del ponte, l'albero passa attraverso una staffa fissata alla paratia prodiera. In cima all'albero, sarà sistemato un rullo sul quale passerà la corda che serve a issare la vela.

La boma. La boma (l'asta alla quale si fissa il lato inferiore della vela) è costruita di legno di abete secondo il disegno della figura **28**. L'estremità (figura **29**) che si articola sull'albero termina in una forcella di frassino.

La vela. Si raccomanda di far preparare la vela secondo le misure della figura **30** in un laboratorio specializzato. Per chi volesse costruirsela da solo,

diamo qui di seguito alcuni consigli, ma è molto importante poter contare sulla collaborazione di una persona che sappia cucire.

Il materiale è una tela spessa di cotone mako oppure kaliko che usualmente si trova in commercio in strisce alte da 30 a 40 cm. Si ricava la vela mettendo assieme un certo numero di teli uniti tra loro con doppia cucitura; i lati sono provvisti di un orlo largo 20 mm e quelli adiacenti all'albero e alla boma sono rinforzati mediante una cordicella (ralinga) cucita per il lungo. Per le manovre delle vele, gli angoli (bugne) sono rinforzati sulle due facce con triangoli di tela sui quali sono fissati degli anelli di ottone cuciti alle estremità delle ralinghe. Lungo i lati adiacenti all'albero e alla boma, la vela è provvista di occhielli ricavati dalle ralinghe attraverso i quali si fissano le funi di unione a queste due aste (fig. **31**). Questi occhielli dovrebbero essere applicati da un tappezziere, o, quanto meno, da un calzolaio.

Uso della vela. La corda di cotone (scotta) con la quale la vela viene comandata passa attraverso un anello rivestito di cuoio (fig. **32**). Per issare la vela, questa è fissata col suo vertice superiore a una corda di canapa che, passando sul rullo situato in cima all'albero, va ad avvolgersi attorno a un rinvio situato a prora, e di qui viene rimandata al posto di fissaggio sul ponte. Questa corda di canapa costituisce anche un rinforzo per l'albero.

Chiusura stagna dei fori sulle paratie. Per poter stivare nelle due sezioni prodiera e poppiera del canotto le eventuali vettovaglie oppure oggetti d'uso, e per poter scaricare l'acqua che fosse penetrata in questi compartimenti, le paratie sono provviste di fori rotondi chiusi con appositi sportelli (vedi fig. **33** e i disegni accanto ad essa). Il foro sulla parete anteriore deve essere spostato lateralmente in modo da non interferire con l'albero. Con l'aiuto di una sega da traforo, asportiamo dalle paratie due dischi del diametro di mm 120. Su ognuno di questi dischi applichiamo poi un secondo disco del diametro di mm 150, nel quale pratichiamo le quattro intaccature che si vedono nel disegno.

Nella parte interna della parete, avvitiamo i quattro blocchetti di contrasto (fig. **34**). Per la messa in opera si deve introdurre il disco minore nel foro, avendo l'avvertenza che le tacche di quello maggiore si trovino in corrispondenza dei blocchetti e si ruoti lo sportello in modo che le superfici inclinate di questi lo spingano contro la sua sede. Un anello di gomma assicurerà una perfetta tenuta.

Consigli sulla manovra. È superfluo raccomandare di evitare le acque troppo agitate. Un vento moderato non presenta alcun pericolo tanto piú che i due compartimenti stagni, anteriore e posteriore, rendono il battello praticamente insommergibile.

Il novello pilota deve tener presente che se resta in panne al largo non deve tentare di raggiunger la riva a nuoto ma deve aspettare che qualcuno venga in suo aiuto. Anche esperti nuotatori, specie con mare mosso, si sono sentiti mancare le forze prima di raggiungere la riva. Navigando a vela, il vento fa sovente inclinare fortemente il canotto, cosí che, per compensare questo sbandamento, il canottiere dovrà sporgersi fuori dal bordo.

La navigazione a vela è un'arte che non può essere appresa da un libro; un bravo compagno, che la conosca a fondo, e la pratica, saranno i migliori maestri.

Fig. 640. Piccola scuola di navigazione a vela.

A - imbarcadero
B, *C*, *D*, *E* boe di indicazione della rotta
Tratto *A-B* - navigazione con vento di bobina.
Tratto *B-C* - navigazione con vento di traverso.
Tratto *D-E* - navigazione con vento a giardinetto.
Tratto *E-A* - navigazione con vento in poppa.
a, *b*, *c*, *d*, *B*, *D* Virate
C doppia virata.

XII. SEMPLICI LAVORI DI LEGATORIA

I lavori semplici con carta e cartone, descritti nella prima parte del volume, non avranno offerto difficoltà di sorta. Chi voglia però costruirsi una scatola, una cartella o la rilegatura di un libro, si accorgerà presto che occorre una certa pratica e la conoscenza di alcuni accorgimenti, affinché il lavoro si presenti bene e resista all'uso. Qui di seguito illustreremo alcuni esempi facili e parleremo degli attrezzi e dei materiali occorrenti.

Colla e cartone

Attrezzi.

Non occorrono molti attrezzi, che, per la maggior parte, si trovano già in ogni « cassetta dei ferri » casalinga:

— un solido paio di forbici (fig. **641**);
— un coltello robusto ed affilato (fig. **642**);
— un trincetto (fig. **643**);
— uno sgarzino medio (fig. **644**);
— una riga ed una squadra di metallo (fig. **645**);
— un compasso (fig. **646**), rapportatore o scolastico;
— un punteruolo (fig. **647**);
— un seghetto a traforo, per tagliare piccoli pezzi di cartone grosso;
— una fustella (fig. **648**);
— un bagnomaria per colla (fig. **649**), con pennello;
— un recipiente di colla bianca con pennello;
— alcune assi di legno duro per la pressa;
— un'asse di legno duro 45×55 cm, sulla quale tagliare il cartone.

Fig. 641. Forbici.

Fig. 642. Coltello.

Fig. 643. Trincetto.

Fig. 644. Sgarzino.

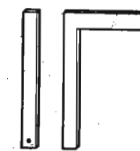



Fig. 645 Riga e squadra di ferro

Fig. 646. Compassi.

Fig. 647. Punteruolo.

Fig. 648. Fustella.

Fig. 649. Bagnomaria per colla.

Materiali.

Cartone grigio collato, disponibile fino a 4 mm di spessore, per copertine, cartelle, scatole ed in tutti quei casi dove occorre curvare o piegare a squadra il cartone.

Cartone di legno, molto piú leggero del precedente, ma meno resistente. Non può essere piegato. Serve per fondi di quadretti, passepartouts ed alcuni tipi di scatole.

Carta in vari tipi: carta bianca per foderare legature e scatole; carta colorata a tinta unita o fantasia per ricoprire legature, scatole e cartelle. Le carte fantasia sono disponibili in svariatissime qualità (a colla, marmoreggiata, con disegni vari); chi ha buon gusto e non teme la fatica può farsene da sé delle bellissime ed originali. Un esempio:

Carta a colla: ci serve della carta buona e resistente, una lastra di vetro come base, colla d'amido non troppo consistente, pennelli di differente larghezza, colori all'anilina. Bagniamo leggermente la carta, la ricopriamo con uno strato sottile di colla in modo uniforme ed applichiamo i colori usando pennelli, pettini di cartone od anche le dita. I fogli dipinti si lasciano asciugare sul pavimento.

Tela, per dorsi ed angoli di legature e cartelle e per ricoprire gli spigoli delle scatole.

Cartone leggero, bianco o colorato, per album fotografici, passepartouts ecc.

Colla bianca o d'amido: due-tre manciate di fecola di frumento s'impastano con acqua fino ad ottenere una massa densa ed omogenea. Alla massa si aggiungono due litri d'acqua bollente, e si mescola bene ed energicamente, fino ad avere la consistenza caratteristica della colla bianca. Alcune gocce di formalina evitano la formazione di muffa. Esistono anche polveri per colla a base di cellulosa, che vengono usate in modo analogo.

Colla forte: la colla forte o colla d'ossa è disponibile in forma di lastre e di perline; la prima viene messa a bagno 12 ore prima dell'uso, la seconda rammollisce in un'ora circa. Una volta molle, la colla viene riscaldata nel bagnomaria, una pentola a doppia parete che evita il riscaldamento diretto della colla, che perderebbe la sua forza se portata all'ebollizione.

Un semplice bagnomaria è illustrato alla figura **650**. Esso consiste di due latte da conserva ben stagnate, di cui la maggiore provvista di un manico semplice (filo di ferro 2 mm), la minore di un manico speciale dello stesso filo. Nella parte del filo che attraversa la latta, si libererà poi il pennello dalla colla sovrabbondante.

Oltre la colla d'ossa, esistono numerosi altri tipi di colla, a base di sostanze vegetali o sintetiche, generalmente solubili a freddo. Di fronte alla colla d'ossa, essi presentano alcuni vantaggi (non sono soggetti alla muffa, resistono all'acqua, fanno presa piú rapidamente, sono piú chiari, ecc.) ed un solo svantaggio, quello di essere alquanto piú dispendiosi. L'industria moderna ha sviluppato poi vari collanti contenenti solventi facilmente evaporabili (acetone ecc.); questi collanti a presa quasi immediata servono ottimamente nella costruzione di modelli ed in generale quando la superficie da incollare sia ristretta, ma non offrono particolari vantaggi per lavori di legatoria ed in generale dove bisogna incollare superfici di una certa estensione.

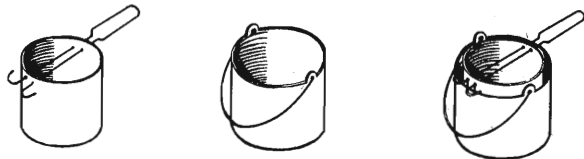



Fig. 650. Costruzione del bagnomaria. A sinistra, il recipiente interno; nel centro, il recipiente esterno; a destra, il bagnomaria completo.

Presentiamo ora alcuni esempi di lavori in cartone.

Cartella con dorso di tela.

Ritagliamo le due facciate della cartella in cartone grigio, nelle dimensioni volute, nonché una striscia della medesima larghezza prevista per il dorso, che ci permetterà di fissare con maggiore facilità il dorso di tela. Questo è costituito dal dorso esterno (striscia di tela alta 2 cm piú della cartella e larga tanto da lasciare 2-3 cm di lato libero per ogni facciata) e dal dorso interno (striscia di tela alta 0,5 cm meno della cartella e larga 1-2 cm meno della prima striscia), rinforzati da una striscia di carta sostenuta nelle misure esatte del futuro dorso.

Ricopriamo di colla bianca il dorso esterno e vi appoggiamo la striscia di cartone esattamente in centro rispetto a tutti i lati. Contro la striscia appoggiamo le facciate, in modo che i bordi superiori e quelli inferiori siano esattamente sulle stesse linee, ciò che controlliamo per mezzo di un righello. Togliamo ora la striscia di cartone e sostituiamola col rinforzo di carta; rovesciamo le estremità della striscia di tela ed incolliamole su facciate e rinforzo, premendole con lo sgarzino. Infine incolliamo internamente il dorso interno, ben centrato, e lasciamo asciugare per alcune ore sotto la pressa o sotto alcuni pesi.

Le facciate devono ora essere ricoperte con la carta scelta. Tagliamo i fogli in modo che la tela del dorso venga coperta di 2 mm e che sui bordi la carta esca di 1 cm. Usiamo colla fluida, con la quale pennelliamo uniformemente i fogli, i quali vengono poi presentati sulle facciate in modo che fuoriescano della stessa misura ai tre lati. Questi bordi vengono rovesciati verso l'interno ed incollati, dopo averne tagliato i due angoli (fig. **651**). Internamente, ogni facciata viene ricoperta di carta bianca tagliata in misure un po' inferiori a quelle del cartone, in modo che rimanga un bordo uniforme, di 1-3 mm di larghezza.

Se vogliamo rinforzare gli angoli, dobbiamo applicare, prima di ricoprire le facciate, delle striscette di tela (fig. **652**), rovesciandone verso l'interno le estremità. In questo caso la carta di copertura viene tagliata agli angoli non piú in corrispondenza della punta, ma in modo tale da sovrastare il bordo della tela di 2-4 mm (fig. **653**).

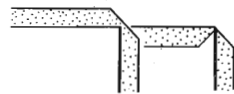



Fig. 651. Il rovesciamento dei lembi di carta di copertura.

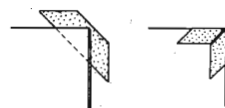



Fig. 652. Rinforzo degli angoli con tela.

Fig. 654. Il rinforzo del bordo esterno intero.

Fig. 653. Gli angoli della carta di copertura sono tagliati in modo da sporgere per 3 mm circa dagli orli della tela.

Possiamo anche rinforzare tutto il bordo esterno della facciata con una striscia di tela, come illustrato nella figura **654**; le parti di tela che fuoriescono dal cartone vengono anche qui rovesciate verso l'interno ed incollate.

Costruzione di scatole.

La scatola piegata: usiamo ancora, come materiale, il cartone grigio; su un foglio disegniamo lo sviluppo della scatola (fig. **655**), composto del fondo e delle pareti laterali. Col trincetto e con l'aiuto del righello metallico tagliamo ora il cartone fino a 3/4 del suo spessore. Tagliamo con le forbici le linee piú corte fino agli incroci, in modo che i quattro quadrati d'angolo siano collegati col resto soltanto da linee incise; pieghiamo questi quadrati nel senso opposto all'incisione e stacchiamo l'esterno (fig. **656**). Le orecchie cosí formate sono incollate sulle pareti laterali che pieghiamo una dopo l'altra a squadra dalla parte opposta a quella dell'incisione. Appoggiamo la scatola successivamente ad ognuna delle due pareti laterali piú lunghe, premendovi contro l'orecchio con l'aiuto dello sgarzino.

In modo del tutto analogo, costruiamo il coperchio, tenendo presente che la parte centrale deve avere misure un po' maggiori, corrispondenti allo spessore delle pareti, mentre le pareti laterali devono essere piú basse. Tutti gli spigoli sono poi rinforzati con strisce di carta o tela alte 2 cm (fig. **657**); quelle verticali vengono lasciate un po' sporgenti per poter essere poi rovesciate verso l'interno (fig. **658**).

Possiamo ora ricoprire la scatola; usiamo, anche in questo caso, colla fluida e tagliamo la carta in modo da lasciare scoperto, agli spigoli, soltanto un bordo di pochi millimetri, ma in modo da avanzare 1 cm nei bordi liberi della scatola (fig. **659**), da rovesciare nell'interno. Per il fondo esterno, può essere scelto un tipo di carta scuro e resistente, meno soggetto a sporcarsi e a logorarsi; le altre pareti possono essere ricoperte in carta fantasia, tenendo soltanto presente, in caso di disegni grandi, che essi combacino da una parete all'altra.

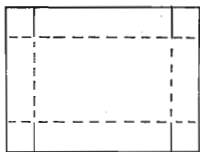



Fig. 655. Sviluppo della (mezza) scatola.

Fig. 656. Il distacco di metà cartone per formare il lembo.

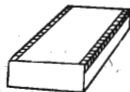



Fig. 657. Il rinforzo dello spigolo.

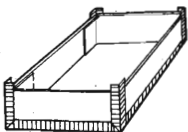



Fig. 658. Le estremità sporgenti dei rinforzi si rovesciano verso l'interno.

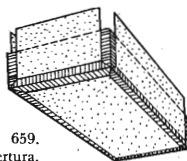



Fig. 659. La ricopertura.

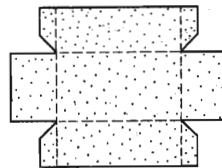



Fig. 660. Lo sviluppo della carta di copertura, per ricopertura intera.

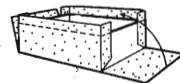



Fig. 661. Sovrapposizione delle fodere laterali.

Per foderare la scatola, usiamo carta piú leggera, bianca o in tinta unita, tagliando fondo e coperchio in misura abbondante (1 cm oltre le dimensioni della scatola), in modo da ricoprire anche internamente gli spigoli, ma rientrando negli angoli alla misura precisa (cioè ritagliando quadratini da 0,5 cm di lato). Le fodere delle pareti vengono tagliate in misura tale da ricoprire gli spigoli laterali (fig. **661**) e da lasciare invece libero un bordo di 3-4 mm dello spigolo superiore, ricoperto dalla carta esterna. Per la foderatura si usa colla bianca.

La copertura della scatola può essere fatta anche ritagliando la carta in un pezzo unico (fig. **660**); in questo caso si ricoprono i rinforzi di tela degli spigoli. Per la foderatura non vi sono differenze.

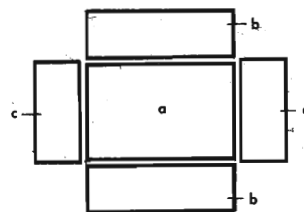
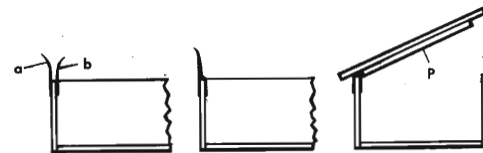



Fig. 662. I cinque pezzi della (mezza) scatola composta.

Fig. 663. L'incollaggio dei pezzi.

Fig. 664. Sezione della scatola e del coperchio finiti.

Figg. 665-6-7. Incernieramento del coperchio.

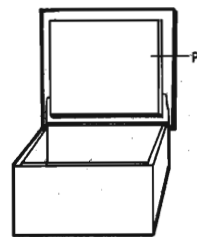



Fig. 668. La scatola a coperchio incernierato, finita.

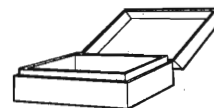



Fig. 669. Scatole con battuta. A destra, in sezione.

La scatola composta: la scatola composta ha spigoli piú netti, il coperchio piú preciso e maggiore resistenza della scatola piegata. Come per una cassetta di legno, si ritagliano separatamente i cinque piani che formano la scatola, incollandoli poi ai bordi; analogamente si procede per il coperchio (figg. **662-664**). Occorre tenere presente che le pareti **c** devono essere piú larghe di **a**, per il doppio spessore del cartone, e che le misure interne del coperchio devono corrispondere alle misure esterne della parte inferiore della scatola piú lo spessore della carta di copertura. Come materiale, usiamo cartone di legno o cartone grigio di almeno 2 mm.

Dopo incollata la scatola, rinforziamo gli spigoli con strisce di carta o tela; per ricoprirla e foderarla, procediamo come già descritto.

Coperchio a cerniera: per alcuni usi (scatola per lavori di cucito ecc.) conviene costruire il coperchio non calzante, ma piano, ed in questo caso le sue misure sono tali da farlo sporgere dai tre lati sulla scatola, per poterlo alzare piú facilmente. I bordi sono rinforzati con tela. Due altre strisce di tela formano la cerniera; esse devono essere larghe 3 cm e di lunghezze corrispondenti alle misure esterne (**a**) ed interne (**b**) della scatola, e sono incollate per metà della loro larghezza sulla parete (fig. **665**) e per l'altra metà una contro l'altra (figura **666**). Ricoperti e foderati scatola e coperchio, s'incolla il coperchio sulla cerniera e, sopra di essa, all'interno del coperchio, un piano di cartone di legno che entri perfettamente nella parte inferiore (fig. **667**), ricoperto anch'esso di carta da fodera. La figura **668** mostra la scatola finita.

Scatola con collo: scatole per usi particolari (per es., per gioielli) possono essere confezionate con collo; il coperchio può essere a soffietto od a cerniera. Nella costruzione, l'unica differenza di fronte alla scatola composta è data dalle dimensioni del coperchio, uguali a quelle della parte inferiore (fig. **669**). Il collo è costituito da strisce di cartone 2,5 mm incollate internamente alle pareti della scatola.

Scatola a scomparti: per accogliere monete, minerali, minuterie metalliche ecc., conviene che le scatole siano suddivise in scomparti (fig. **670**). L'interno è costruito di strisce di cartone sostenuto e rigido provviste di tagli nei punti d'incrocio ed incastrate l'una nell'altra. I tagli devono avere la larghezza esattamente uguale allo spessore del cartone, ed arrivare alla metà precisa della striscia; prima di praticarli, conviene tracciare la loro esatta posizione e la linea di mezzeria sul cartone (fig. **671**). Incolliamo poi l'interno sul fondo e sulle pareti della scatola e foderiamo gli scomparti come al solito.

Fig. 670. Scatola a scomparti.

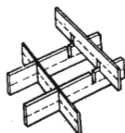



Fig. 671. L'interno a strisce incastrate.

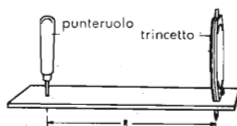



Fig. 672. Attrezzo per il taglio di dischi.

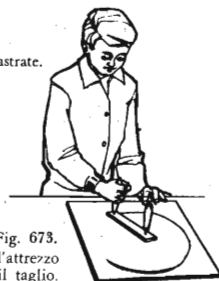



Fig. 673. Come si usa l'attrezzo per il taglio.

Fig. 674. Dispositivo per il taglio di dischi, con lametta.

Scatole rotonde: per fare delle scatole rotonde, adatte — a seconda delle dimensioni — per torte, panettoni, cappelli, ecc., occorre un dispositivo che permetta di tagliare dischi di cartone perfettamente rotondi e con lo spigolo verticale. Nella forma piú semplice, il dispositivo è costituito da una striscia di cartone robusto, larga 3 cm circa, attraversata da un punteruolo e — a distanza corrispondente esattamente al raggio del cerchio che vogliamo tagliare — da un trincetto la cui lama deve sporgere di appena 2 mm (fig. **672**). Appoggiando lo strumento sul cartone, fissiamo con una martellata il punteruolo in modo che penetri attraverso il cartone da ritagliare fin nell'asse di supporto; teniamo fermo il cartone con la sinistra e con la destra guidiamo, premendo, il trincetto, facendogli fare un giro completo (fig. **673**).

Piú perfezionato è lo strumento illustrato nella figura **674**. La lista **A** è di ferro piatto $2 \times 40 \times 200$ mm; nell'estremità piegata ad angolo retto pratichiamo due fori (punta 4 mm). Una piastrina **C** del medesimo materiale copre questa parte verticale; i suoi fori devono combaciare con quelli di **A**. La lista **A** è inoltre provvista di una serie di fori (2 mm) a distanza regolare (per es., ogni cm), per il punteruolo. Tra l'estremità di **A** e la piastrina **C** si fissa, con due bulloncini 4 mm lunghi 10 mm, una lametta da barba **B** possibilmente spessa, in modo che sporga di 2 mm. Per usare lo strumento, si procede come descritto, col vantag-

Fig. 675. Il mantello della scatola rotonda.

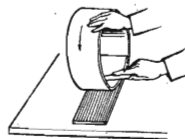



Fig. 676. L'incollaggio del mantello.

Fig. 677. Il rinforzamento dello spigolo rotondo.

gio di avere un taglio piú netto e preciso, sostituendosi la lametta al trincetto.

Per il fondo della scatola usiamo cartone grigio, mentre per la parete conviene adoperare cartoncino non collato. Tagliamo una striscia lunga due volte lo sviluppo del fondo, in modo che la parete risulti interamente doppia; smussiamo le estremità col temperino per facilitare il collegamento. Poi avvolgiamo il cartone strettamente attorno al fondo e segniamo con un tratto di matita la linea dove incomincia il secondo strato (fig. **675**); da questa linea in poi la striscia viene incollata, procedendo come indicato nella figura **676**. Incolliamo poi il fondo all'interno della parte cilindrica; esternamente ad essa, incolliamo una striscia di carta larga 2 cm in modo che sporga di 1 cm. La parte sporgente è tagliata a distanza di 1,5-2 cm e le orecchie cosí formate s'incollano sul fondo, dando cosí maggiore stabilità alla scatola (fig. **677**).

Analogamente si costruisce il coperchio, tenendo presente, per il diametro della parte rotonda, lo spessore della parte cilindrica. Copertura e foderatura avvengono nel modo già illustrato. La scatola rotonda può essere eseguita anche con collo.

Legatura di libri.

La fabbricazione di legature vere e proprie andrebbe oltre l'argomento di questo volume; vogliamo descrivere soltanto una forma elementare di rilegatura che non richiede attrezzature particolari e può essere eseguita facilmente, dato che non occorre provvedere né a piegature né a cuciture, e i fogli, già tagliati alla misura definitiva, sono uniti unicamente con colla.

I fogli devono avere tutti il medesimo formato; se vogliamo evitare un lavoro lungo e noioso, ricorriamo al cartolaio o al legatore che dispongono di taglierine adatte. Il blocco dei fogli, leggermente piegato per offrire maggiore superficie (fig. **679**), è ora cosparso di colla universale; pieghiamo poi il blocco dall'altra parte e ripetiamo l'operazione. Sul dorso cosí preparato incolliamo una striscia di carta alta come il blocco e larga 2 cm di piú (fig. **680**). Se la copertina deve essere di cartone, basta tagliarla in un unico pezzo tenendo presente lo spessore, praticarvi poi quattro cordonature (con sgarzino e righello) per facilitare la piegatura (fig. **681**), ed incollarla sul dorso (fig. **682**). Con lo sgarzino premiamo il dorso contro la parte corrispondente del blocco, e mettiamo il volume in pressa o tra due assi tenute insieme da morsetti. Eventualmente può bastare anche una tavola di legno sotto la quale sistemiamo il blocco e che carichiamo di pesi o con un secchio pieno d'acqua.

Se la copertina deve invece essere rigida, sul blocco confezionato come descritto dobbiamo ancora incollare una striscia di tela, larga 3 cm piú del dorso (fig. **683**). La copertina stessa è composta da due facciate **A** di cartone rigido, dal rinforzo **B** del dorso (in cartone piú leggero) e da una striscia di tela **C** che collega i tre pezzi (figg. **684-685**), cioè, in sostanza, essa è identica alla cartella descritta precedentemente, solo che manca la tela interna, che in questo caso è sostituita dalla striscia già incollata sul dorso del blocco. Per ricoprire la legatura si procede come di consueto; la figura **686** mostra una copertina con angoli non rinforzati.

Dopo aver incollato il blocco nel centro della copertina e i lembi liberi della striscia di tela sui lati adiacenti dei due cartoni (fig. **687**), si tagliano due fogli nel formato doppio dei fogli del blocco. Tali fogli vengono incollati sulle facciate interne della copertina e, per 5 mm di larghezza, sul primo e sull'ultimo foglio del blocco (fig. **688**), coprendo cosí le giunture e formando il collegamento tra volume e copertina (« fogli di risguardo »).

Fig. 678. Il blocco dei fogli.

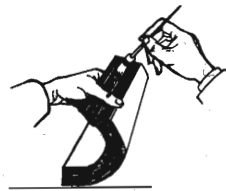



Fig. 679. Si cosparge di colla il dorso del blocco.

Fig. 680. Una striscia di carta riunisce i fogli.

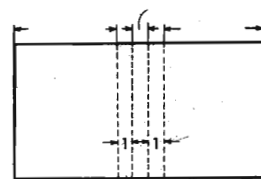



Fig. 681. La cordonatura della copertina.

Fig. 682. Blocco e copertina riuniti.

Fig. 683. Blocco con rinforzo di tela.

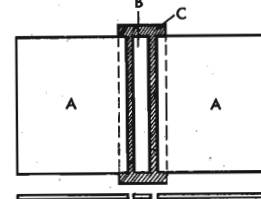



Fig. 684. Costruzione della rilegatura rigida.

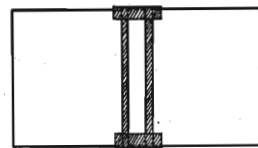



Fig. 685. Copertina rigida finita.

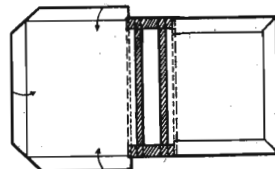



Fig. 686. La ricopertura della facciata.

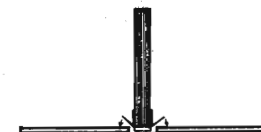



Fig. 687. L'incollaggio del blocco.

Fig. 688. L'incollaggio del foglio di risguardo.

Fig. 689. La cordonatura dei fogli.

L'album di fotografie.

Per stabilire le dimensioni di un album di fotografie occorre tenere presente numero ed il formato delle foto che s'intendono sistemare su ogni pagina. Dato che l'immagine rende meglio se l'occhio non viene distratto da altre immagini troppo vicine, conviene evitare un numero troppo grande di foto per pagina (due foto sarebbero l'ideale) e lasciare margini abbondanti.

Una volta scelto il formato, tagliamo (o facciamo tagliare dal cartolaio) 30-40 fogli di cartoncino adatto — grigio scuro, nero o marrone — ed un uguale numero di strisce larghe 2 cm e lunghe quanto l'album sarà alto, che, collocate nel dorso tra foglio e foglio, compenseranno lo spessore delle fotografie ed eviteranno il rigonfiamento del volume riempito. I due coperchi, di cartone piú sostenuto, saranno lunghi come i fogli, ma piú alti di 5 mm (diciamo « lunghi » ed « alti » perché riteniamo che anche voi avrete scelto il formato trasversale). Dai lati piú corti, tagliamo, di ognuno, una striscia di 2 cm di larghezza.

Dobbiamo ora provvedere alla cordonatura dei fogli, cioè all'applicazione di quelle righe che permettono la piegatura di essi nel punto giusto. A questo scopo fissiamo su un'asse due liste di legno o cartone spesso, a distanza di 1,5-2 mm, e presentiamo uno dopo l'altro i fogli dell'album in posizione tale che la fessura si trovi a 2,5 cm dal bordo corto e sia esattamente parallela ad esso. In questa posizione, seguiamo con lo sgarzino sul cartone la fessura sottostante (fig. **689**).

Raccogliamo i fogli ed inseriamo tra essi le strisce di distanziamento; misuriamo lo spessore complessivo, compresi i due coperchi, e tagliamo una striscia per il dorso, la cui larghezza deve corrispondere esattamente allo spessore complessivo misurato. Il dorso di tela, che possiamo ora preparare, deve essere piú alto di 3 cm dell'altezza dell'album, e largo abbastanza perché superi di almeno 2 cm ognuno dei coperchi. Cospargiamo di colla il dorso ed incolliamo nel suo centro il rinforzo, poi ai lati (a distanza uguale allo spessore del cartone) le strisce tagliate dai coperchi, infine, a distanza di 5 mm, i coperchi stessi (fig. **690**); rovesciamo i lembi in alto ed in basso. Tra coperchio e striscia incolliamo poi internamente una striscia di tela larga 3,5 cm, che con l'aiuto dello sgarzino viene premuta anche nell'interno della fessura, per evitare tensioni quando vogliamo poi aprire l'album.

Rinforziamo gli angoli, ricopriamo e foderiamo i coperchi (tutto nel modo consueto, tenendo soltanto presente che le fodere non devono coprire le cerniere di tela), e procediamo alla foratura.

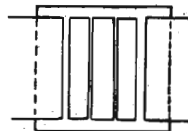



Fig. 690. Un unico dorso di tela riunisce coperchi, strisce intermedi e rinforzo del dorso.

Fig. 691. Cosí si fa passare la corda di seta attraverso i tre fori.

Prepariamo allo scopo una mascherina di cartone, fustellando in tre punti una striscia di cartone analoga a quelle che separano i singoli fogli dell'album. Con l'aiuto di questa mascherina, fustelliamo i fogli dalla parte della cordonatura, le strisce di separazione ed infine le strisce fisse del coperchio.

Possiamo ora comporre l'album, intercalando tra un foglio e l'altro le strisce di distanziamento e passando attraverso i fori una corda di seta (fig. **691**) di cui annodiamo strettamente le estremità; i capi liberi possono poi essere aperti per formare nappine, oppure fissati sul coperchio con un sigillo di ceralacca.

XIII. LA TECNICA DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

Per la costruzione della maggior parte dei modelli ed oggetti descritti sono bastati gli attrezzi che si trovano normalmente in ogni casa e per l'uso dei quali non occorre certamente dare delle istruzioni particolari. Chi intende però fare delle costruzioni piú complesse e, soprattutto, sviluppare idee e realizzare progetti propri, deve completare la propria attrezzatura e rendersi conto del suo uso, studiare le varie qualità del legno e saper collegare a regola d'arte i vari elementi di costruzione.

Il miglior modo per imparare tutte queste cose sarebbe quello di assistere per qualche tempo al lavoro quotidiano del falegname, ma non tutti possono trovare il tempo e l'occasione di perfezionare le proprie nozioni in tale maniera. In questo capitolo vogliamo dunque insegnare alcune delle tecniche principali, dare esempi per la costruzione di oggetti pratici ed infine suggerire come fabbricarsi da sé qualche attrezzo necessario.

L'ambiente di lavoro.

Mentre per i lavori semplici bastava un tavolo qualsiasi, la lavorazione del legno, se si escludono le costruzioni piú elementari, richiede un ambiente pratico e ben attrezzato; altrimenti l'entusiasmo scompare presto e la mancanza di arnesi adatti porta a insuccessi demoralizzanti e a spreco di materiale. L'ambiente piú adatto sarebbe una stanza in soffitta o in cantina, dove il rumore non disturba nessuno, l'attrezzatura può essere sistemata a dovere e tra un lavoro e l'altro possiamo lasciare le cose come sono senza dover riordinare. In mancanza di un locale adatto, dovremo adattarci in un angolo di un locale qualsiasi d'abitazione, possibilmente separato da una tenda. Essenziale è in ogni modo l'illuminazione razionale del posto di lavoro, che può essere ottenuta con una lampada estendibile fissata al muro (non sul tavolo da lavoro!) all'altezza di m 1,50 circa e che deve avere il paralume non trasparente per evitare l'abbaglio.

Il tavolo da lavoro (fig. 692).

Deve essere robusto e solido, adatto — in mancanza di un bancone — anche come appoggio per segare e piallare. Possiamo adattare un vecchio tavolo fuori uso, anche se traballante, inchiodando ed incollando, alle quattro gambe, delle assi **A** di 2,5 cm di spessore, larghe almeno 20 cm, a 15 cm dal pavimento. Un piano **B** di masonite, avvitato dal basso alle assi, dà stabilità all'insieme e forma inoltre un luogo per tenere il legname d'opera. Se necessario possiamo fissare altre assi immediatamente sotto il piano del tavolo, lasciando però libera la facciata per non impedire l'accesso alla nostra riserva di legname.

Il tavolo dovrebbe essere liberamente avvicinabile da tre lati, mentre il quarto dovrebbe appoggiare al muro ed anzi esservi ancorato perché non slitti quando pialliamo. Due zanche **H** di ferro, murate nella parete e fissate ciascuna con due robuste viti da legno, servono allo scopo.

Esistono in commercio degli attrezzi che, fissati con morsetti sul piano del tavolo, lo trasformano in un bancone per piallare. In mancanza di esso, possiamo provvedere noi stessi alla costruzione di un dispositivo semplice di fermo (fig. **693**). A due morsetti tagliamo il piattino conico ed avvitiamo a rovescio il pezzo mobile. Fissiamo poi i due morsetti sul lato piú corto del tavolo. Il piano del tavolo riceve una serie di aperture rettangolari (2×1,5 cm) a distanza di 8 cm una dall'altra, nelle quali si possono infilare i ganci da banco (« gamberi »). L'asse da piallare viene fissata tra il gancio, infilato nel foro adatto, e i due

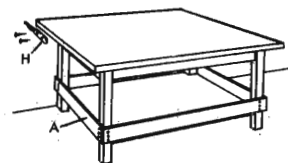



Fig. 692. Semplice tavolo da lavoro.

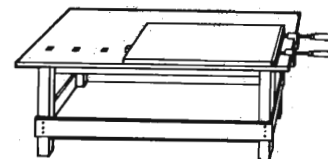



Fig. 693. Semplice dispositivo di fermo per tavole.

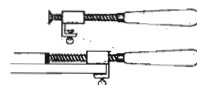



Fig. 694. Morsetto (in alto) ed il suo adattamento (in basso).

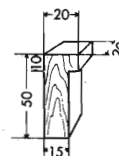
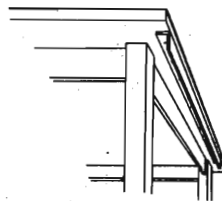
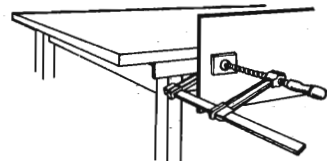



Fig. 695. Dimensioni dei ganci da banco (« gamberi »).

Figg. 696-697. Il ferro ad angolo avvitato permette di fissare le assi « di costa ».

morsetti, dove una lista di legno duro protegge la testata dell'asse e distribuisce meglio la pressione. Le assi di spessore inferiore ai 16 mm devono essere alzate con l'inserimento di spessori (assi sottili ecc.) perché il piano da piallare sporga al di sopra dei due fermi.

Per fissare le assi « di costa », cioè col piano verticale, i banconi possiedono un morsetto verticale, in cui si fissano le assi di cui si devono lavorare le testate o gli spigoli. Lo possiamo sostituire con un ferro ad angolo 3,5×3,5 cm, lungo 80 cm circa, che avvitiamo sotto il piano in modo che uno degli angoli coincida con lo spigolo (fig. **696**). Con due morsetti si possono poi fissare le tavole come desiderato (fig. **697**).

Utensili.

per inchiodare:

Martello da falegname, peso 350-500 g (fig. **698**).
Tenaglia (fig. **699**).
Punteruolo (diametro in punta 2 mm) per affondare i chiodi (figura **700**).
Pinza a combinazione per tagliare chiodi; serve anche nella lavorazione delle lamiere e dei tubi (fig. **701**).

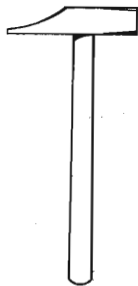
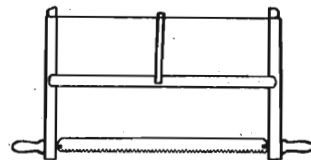
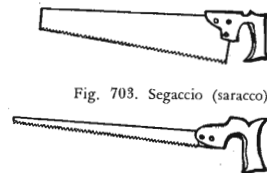
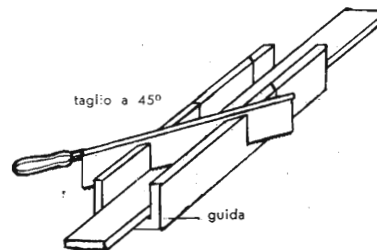
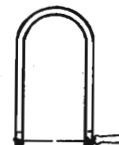
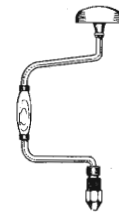



Fig. 698. Martello da falegname.

Fig. 699. Tenaglia.

Fig. 700. Punteruolo.

Fig. 701. Pinza a combinazione.

per segare:

Sega comune, per tagliare assi grosse e fessure nei listelli (figura **702**). I denti devono essere sempre diretti verso il davanti, cioè con la parte obliqua verso chi lavora. La lama viene tesa con l'aiuto del cavicchio che appoggia sulla parte anteriore della lista principale, e portata, con l'aiuto dei due pomelli, in un piano un po' inclinato (dall'alto a sinistra in basso a destra), perché nei tagli profondi questa lista possa passare accanto al bordo destro della tavola. Iniziando il taglio, si appoggia la sega vicino al pomello tenuto in mano e si tira, ripetendo il movimento finché la lama ha fatto presa. Affilatura ed « allicciatura » (la lieve deviazione dei denti, alternativamente a destra ed a sinistra, affinché la sega si tagli la strada un po' piú larga del proprio spessore) vengono lasciate fare al falegname.

Segaccio (*saracco*) (fig. **703**); può spesso sostituire la sega comune.

Saracchino o gattuccio (fig. **704**) per tagliare fori in tavole spesse.

Sega da listelli (fig. **705**) per tagliare liste, assicelle e profilati (nel caso di tagli a 45° si usa l'apposita guida).

Guida per tagli (fig. **705**), attrezzo importante per tagliare liste a 90 ed a 45° (per cornici).

Sega da traforo (fig. **706**) con piano, per tagliare assi sottili, fori, curve ecc. I denti devono guardare verso chi lavora. I seghetti sono disponibili in varie misure ed in tipi distinti per metallo e legno. Per il principiante sono piú adatte le misure 4 e 5 (intermedie), perché quelle piú fini sono soggette a facile rottura.

per forare ed avvitare:

Girabecchino (fig. **707**). Il mandrino dovrebbe poter tenere anche punte rotonde.

Punte elicoidali (fig. **708**) per fori con diametro superiore a 10 mm.

Punte elicoidali (fig. **709**) per fori minori, anche per metallo (occorre una serie completa da 2 a 8 mm, di millimetro in millimetro).

Succhiello (fig. **710**) per preparare i fori per viti ecc.; conviene poter disporre di tre misure: 2, 4 e 6 mm.

Cacciavite (fig. **711**), in varie misure, per esempio con larghezza di punta 3, 6 e 10 mm.

Punteruolo (fig. **647**) per preparare i fori per viti, trapanature ecc.

Fig. 702. Sega comune.

Fig. 703. Segaccio (saracco).

Fig. 704. Saracchino (gattuccio).

Fig. 705. Sega da listelli e guida relativa.

Fig. 706. Sega da traforo.

Fig. 707. Girabecchino.

Fig. 708. Punta elicoidale.

Fig. 709. Punta elicoidale.

Fig. 710. Succhiello. Fig. 711. Cacciavite.

per piallare e limare:

Pialla comune (fig. **712**) per spianare e lisciare superfici irregolari e ruvide, per creare spigoli lisci e smussati, ecc.

Battuta (fig. **713**) per creare spigoli lisci ecc. Può essere fatta incollando una tavoletta 10×10×2 cm sull'estremità di una lista 80×10×2 cm. Serve anche e soprattutto per piallare le coste delle assi in modo esattamente perpendicolare (fig. **732**).

Raspa (fig. **714**) per la prima lavorazione di bordi curvi.

per scalpellare:

Scalpello comune (fig. **715**) di larghezza 12-16 mm, o meglio:

Scalpello da falegname (fig. **716**), per praticare fori rettangolari, rientranze ecc. Bastano due misure: 6 e 12 mm di larghezza.

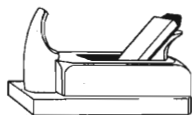



Fig. 712. Pialla comune.

Fig. 713. Battuta.

Fig. 714. Raspa.

Fig. 715. Scalpello comune.

Fig. 716. Scalpello da falegname.

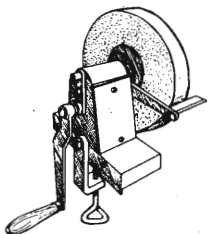



Fig. 717. Affilatrice a mano.

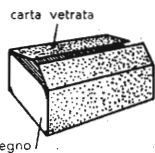



Fig. 718. Blocchetto.

Fig. 719. Morsetto.

Fig. 720. Metro d'acciaio.

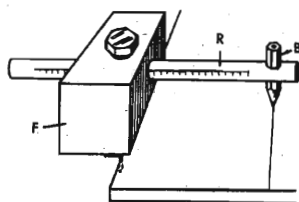



Fig. 721. Truschino.

Fig. 722. Squadra.

per affilare:

Affilatrice (fig. **717**) per rendere il filo tagliente ai ferri.
Pietra abrasiva (cote) per l'ultima finitura dei fili delle lame.
Blocchetto (fig. **718**) ricoperto di carta vetrata, per lisciare superfici di legno. Il blocchetto è di legno dolce (pioppo o tiglio), ha le dimensioni 5×5×10 cm circa, ed è ricoperto di carta vetrata da fissarsi solo con puntine da disegno, o da tenersi semplicemente con le dita, per poterla sostituire rapidamente.

per incollare:

Barattolo e *pennello per colla.* V. anche all'inizio del capitolo XII.
Morsetti di legno (fig. **719**), in numero di due almeno, per stringere uno contro l'altro i pezzi da incollare.

per misurare e per tracciare:

Metro d'acciaio (fig. **720**) o *di legno* (« doppio metro »).
Truschino. Serve per tracciare linee parallele al bordo della tavola, per esempio le linee lungo le quali devono poi essere praticati fori che devono avere tutti la medesima distanza dal bordo. Un truschino semplice e di facile costruzione è illustrato nella figura **721.** In una lista **F** 4×4 cm, lunga 8 cm, di legno duro, pratichiamo un foro passante ⌀ 15 mm, nel quale un'asta **R** (lunghezza 20 cm, ⌀ 15 mm) può scorrere senza giuoco laterale. Alla sua estremità, in un foro trasversale di diametro adatto, è fissato un pezzo di matita (dura) **B**, in modo che la sua punta sporga ancora di 10 mm circa. Un foro nel blocchetto **F** (⌀ 7 mm) è filettato con l'aiuto di una vite a testa esagonale ⌀ 8 mm, lunga 20 mm, lubrificata con un po' di sapone, che poi servirà per fissare l'asta **R.** Avvitato inferiormente al blocchetto un angolare di ferro, il truschino si usa come illustrato nella figura, appoggiandolo lateralmente contro lo spigolo e premendo leggermente sulla matita mentre si fa scorrere lo strumento lungo il bordo.
Squadra (fig. **722**) per tracciare o controllare angoli retti.
Compasso (fig. **646**) per tracciare circonferenze e per trasportare misure.

I ferri si sistemano, a portata di mano ed in buon ordine, in una cassetta che si appende vicino al tavolo di lavoro. È assolutamente sconsigliabile ammucchiarli in un cassettò, dove le lame presto perderebbero filo ed integrità. Le cassette possono essere acquistate già fatte (in commercio se ne trovano di tutte le misure, vuote o complete) o fabbricate da noi senza particolare difficoltà (v. pag. 348 e fig. **723**). In apposite liste fissate trasversalmente si sistemano: nelle tacche aperte (fig. **724**) lime, scalpelli, cacciaviti, succhielli; nei tagli chiusi (fig. **725**) segaccio, sega da listelli, saracchino, tenaglie e pinze; nei fori verticali (fig. **726**) punte per trapano, punteruoli ecc.

Fig. 723. Cassetta dei ferri.

Fig. 724. Traversa a tacche aperte.

Fig. 725. Traversa a taglio chiuso.

Fig. 726. Traversa a fori verticali.

Il legno da costruzione.

Il materiale piú economico è costituito da vecchie casse che, se non le troviamo in casa, ci vengono cedute con piacere dai negozianti di alimentari, droghieri ecc. Le scomponiamo prudentemente con l'aiuto dello scalpello e scegliamo le tavole intatte e con pochi nodi. Non facciamoci impressionare dall'aspetto grossolano di esse: bastano pochi colpi di pialla per far sparire la superficie ruvida e sporca.

Il principiante incontra qualche difficoltà nella costruzione di piani di certe dimensioni (fondi di scaffali, piani da tavolo ecc.), perché occorrono una discreta esperienza ed anche un'attrezzatura speciale per incollare di costa delle tavole. In questi casi conviene ricorrere al compensato che esiste in spessori e dimensioni differenti e che, grazie al modo in cui è stato ottenuto, non può piú deformarsi. Per spessori da 16 mm in poi si usa il cosiddetto « panforte » (fig. **727**), che consiste di uno strato centrale di tavole di abete incollate insieme, ricoperto esternamente da due strati sottili di legno anche pregiato. Il compensato propriamente detto (fig. **728**) consiste di un numero dispari (3, 5, 7, 9) di strati sottili, incollati in modo che le venature da strato a strato s'incrocino.

I panforti servono, in modo ideale, alla costruzione di mobili (pareti e fondi di armadi e scaffali, piani di tavoli ecc.), col solo difetto di essere alquanto cari. Le superfici lisce e prive di nodi accettano bene il colore e la lucidatura. Una piccola difficoltà di ordine estetico è data dalle testate che, ove in evidenza, devono essere coperte da liste piane o profilate.

I compensati costano un po' meno dei panforti e sono disponibili da 3 mm di spessore in poi; per il modellismo esistono anche tipi speciali da 1 mm. Essi servono particolarmente bene per essere montati in telai e chiudere cosí dei piani.

Piú economiche dei precedenti sono le lastre pressate, ottenute da fibre di legno e leganti sotto alta pressione. Queste lastre sono oltremodo resistenti, non si deformano e possono essere forate, segate, inchiodate, avvitate ed incollate come e meglio del legno. Esistono due tipi principali, uno — da 6 mm di spessore in poi — liscio dalle due parti, assai duro, di colore giallognolo, che riceve chiodi e viti anche nelle testate; l'altro — negli spessori da 3,5 a 6 mm — è liscio da una parte e ruvido dall'altra, di colore bruno scuro, e, se rotto, presenta una struttura simile al cartone pressato. La parte liscia può essere colorata o lucidata senza ulteriore preparazione. Recentemente sono state messe in commercio anche lastre rivestite di resine sintetiche (« laminati plastici ») a superficie completamente liscia e resistente all'umidità, con disegni vari; queste lastre possono servire per rivestimenti di mobili e pareti ed anche per pavimenti.

Infine esistono lastre morbide usate per isolamento termico ed acustico, poco resistenti, molto leggere, di colore bianco sporco, disponibili negli spessori da 10 mm in poi. Possono servire, per quanto riguarda le nostre costruzioni, per formare dei paesaggi e per sostituire le lastre di sughero.

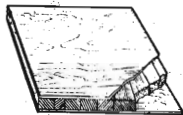



Fig. 727. Struttura del panforte.

Fig. 728. Compensato

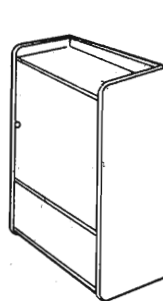



Fig. 729. Schizzo prospettico di un mobiletto.

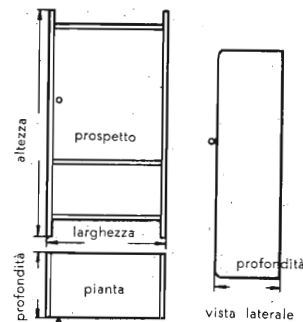



Fig. 730. Disegno esecutivo: prospetto, pianta, vista laterale.

Fig. 731. Sezione verticale ed orizzontale.

Il disegno costruttivo.

Prima di iniziare la fabbricazione di un oggetto qualsiasi, ne facciamo un disegno esatto di costruzione. Se il disegno è fatto bene, non solo ne possiamo rilevare tutte le misure ed i particolari dei singoli elementi, ma anche determinare l'esatta quantità di legname necessario, evitando cosí spese inutili. Prima di tutto facciamo uno schizzo prospettico (fig. **729**) che mostri l'oggetto, in questo caso un mobiletto, nelle sue tre dimensioni di altezza, larghezza e profondità. In base allo schizzo possiamo poi fare un primo disegno esecutivo, nelle tre proiezioni (prospetto, pianta, laterale) eventualmente già corredate delle misure esterne (fig. **730**). Questi disegni possono essere in scala naturale (1:1) ed in questo caso possiamo trasportarli direttamente sul materiale (con carta carbone) o rilevarne le misure col compasso; generalmente però si usa una riduzione (scala 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10), che facilita ugualmente la lettura.

Questi disegni tuttavia non mostrano i particolari della costruzione, nel nostro caso, per esempio, lo spessore del legno della porta e del fondo, il collegamento dei singoli pezzi, la sistemazione del ripiano, ecc. Tutto ciò risulta soltanto dalla sezione (fig. **721**); spesso occorrono sezioni in diversi punti e secondo piani diversi.

Un buon disegno permette un buon lavoro. Perciò teniamo sempre presente che la costruzione ha inizio con la matita e non con l'utensile!

Le tecniche di lavorazione

La preparazione del legno.

Prima di tagliare una tavola a misura, occorre spianarla da entrambe le facciate per renderla perfettamente liscia e piana. Fissata la tavola sul banco o in un dispositivo analogo, vi passiamo la pialla con pressione uniforme, nella direzione della fibra. Se la tavola non è particolarmente irregolare, le piallate si susseguono una vicina all'altra senza mai sovrapporsi, in modo da ottenere un piano perfetto. Tagliamo poi, sempre con la pialla, uno degli spigoli, usando la battuta (fig. **732**); su questo spigolo scorreranno poi truschino e squadra coi quali tracceremo le linee di costruzione. Con la sega o il segaccio ta-

Fig. 733. Attenzione all'andamento della fibra.

Fig. 732. L'uso della battuta per piallare uno spigolo.

gliamo poi l'asse secondo queste linee, badando di mantenerci sempre un po' esterni al tracciato per poter rifinire gli spigoli piú pulitamente con la pialla.

Per il corretto lavoro di pialla occorre la perfetta registrazione del ferro. La lama deve sporgere di poco oltre la faccia inferiore del ceppo; meno sporge e piú fine diventa il truciolo tagliato. Il ferro è tenuto in posizione da un cuneo di legno, che può essere allentato battendo leggermente sulla facciata posteriore del ceppo. Se la fibra non è parallela al piano di taglio dell'asse (caso piuttosto raro, ma che talvolta si presenta), occorre piallare *contro* la direzione della fibra, altrimenti la lama tende a sprofondare nel legno ed a tagliare cosí trucioli troppo grossi (fig. **733**). Lavorando il legno duro, si rischia con facilità di scheggiare gli spigoli (fig. **734**); il pericolo può essere evitato smussando precedentemente lo spigolo vivo e piallando comunque dalle due parti (fig. **735**). Le stesse precauzioni sono necessarie quando si rifiniscono gli spigoli delle lastre di compensato.

Semplici congiunzioni degli elementi di legno.

Il falegname di professione conosce numerose maniere, piú o meno complicate, di congiungere i pezzi di legno, usando utensili speciali e dando spesso prova di bravura eccezionale. Noi ci limiteremo a descrivere le congiunzioni piú semplici, che non richiedono l'uso di attrezzi particolari.

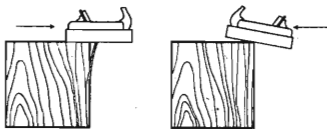
Chiodatura. La congiunzione piú semplice di due pezzi di legno avviene mediante chiodatura. I chiodi si piantano un po' obliquamente, alternando la direzione di penetrazione (fig. **736**), realizzando cosí maggiore solidità nell'unione. Per non lasciare in vista la testa del chiodo, si affonda la stessa per 2-3 mm con l'aiuto dell'apposito attrezzo e si chiude il buco con stucco (fig. **737**).

Figg. 734-735. Come si evitano le scheggiature ai bordi.

Fig. 736. I chiodi obliqui tengono meglio.

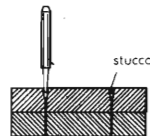



Fig. 737. L'incassamento del chiodo.

Fig. 738. Ribadimento del chiodo.

Una congiunzione praticamente definitiva è illustrata nella figura **738**: si usano chiodi di lunghezza adeguata, che, una volta penetrati e passati, vengono curvati attorno ad un ferro (cacciavite) e poi nuovamente martellati nel legno.

Incollatura. La chiodatura viene di solito fatta precedere anche da una incollatura. Nel caso di congiunzioni tra testate e piani occorre scaldare ed imbevere di colla le prime; si lascia poi asciugare, si rende un po' ruvida la testa, si coprono di colla le parti da unire e si procede alla chiodatura. Quando i pezzi non vengono inchiodati, essi devono rimanere premuti uno contro l'altro da morsetti od analoghi dispositivi di pressione (v. oltre), finché la colla è completamente asciutta.

Per la preparazione della colla in lastre o perline (colla d'ossa o di pelle) v. inizio cap. XII. Per il legno, la colla deve essere sempre molto fluida e calda perché possa penetrare bene nei pori. Invece delle colle forti si possono usare anche colla bianca (alla caseina), che si trova in forma di polvere e viene stemperata senza difficoltà nell'acqua, oppure le nuove colle a base sintetica, che offrono di fronte alla colla di caseina il vantaggio di non indurire nei recipienti. Infatti la colla alla caseina, una volta indurita, non può piú essere resa liquida, e perciò se ne deve preparare soltanto la quantità che serve immediatamente.

Congiunzioni con viti. Queste congiunzioni presentano il grande vantaggio di non essere definitive e di poter essere sciolte a piacere, caratteristica utilissima per molti apparecchi, modelli e mobili smontabili. Nel legno dolce, basta preparare un piccolo foro per la vite, usando un succhiello del diametro del collo della vite stessa. Nel legno duro, conviene invece usare una punta elicoidale (fig. **739**) e nel caso di viti piú lunghe, preparare anche il foro per la parte filettata (fig. **740**) con un'altra punta piú sottile. Con una punta grossa si svasa poi (fig. **741**) il foro (solo per le viti a testa conica).

Le viti che penetrano nel legno parallelamente alle fibre non richiedono il foro preparato; soltanto nel caso di legno duro si può fare un piccolo preforo (fig. **742**).

Congiunzione a tenoni. Questa congiunzione (fig. **743**) richiede l'uso di uno scalpello largo e serve ottimamente dove la vista dei « tenoni » non arreca pregiudizio, per esempio nei casi di fondi di cassetti, liste di rinforzo, ecc. I tenoni si tagliano con la sega o col segaccio, togliendo poi la parte tra essi con lo scalpello (o eventualmente usando la sega a traforo). Appoggiando poi i tenoni sull'asse, si tracciano i contorni dei fori, che vengono tagliati netti con lo scalpello. Perché la congiunzione sia solida, le misure devono essere esatte. I tenoni s'incollano nei rispettivi fori.

Queste congiunzioni possono servire anche per creare angoli, e sono piú facili a farsi degli incastri a coda di rondine, mentre la superficie incollata è notevolmente aumentata rispetto all'incollatura diretta (fig. **744**).

Congiunzione a dente e taglio. Si tratta di una congiunzione analoga alla precedente, ma piú semplice, ed adatta in particolare per telai sottili. Il taglio deve occupare circa un terzo dello spessore complessivo (fig. **745**).

Fig. 739. Foro per la vite.

Fig. 740. Prolungamento del foro, per il filetto della vite.

Fig. 741. Svasatura per la testa conica.

Fig. 742. Non occorre fare il foro nelle testate.

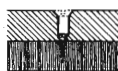



Fig. 743. Congiunzione a tenoni, di testa.

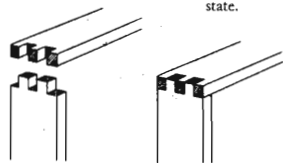



Fig. 744. Congiunzione a tenoni, d'angolo.

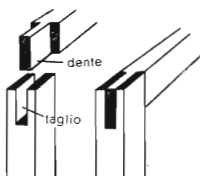



Fig. 745. Congiunzione a dente e taglio.

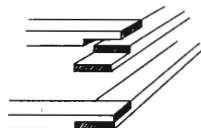



Fig. 746. Congiunzione a battuta, nell'angolo.

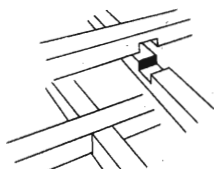



Fig. 747. Congiunzione a battuta nell'incrocio.

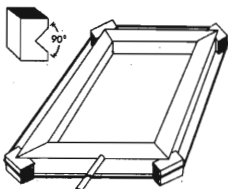



Fig. 748. Dispositivo di tensione, per cornici.

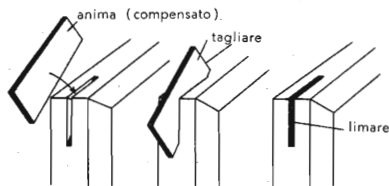



Fig. 749. Congiunzione ad incastro triangolare.

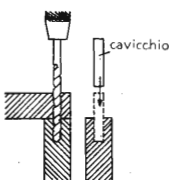



Fig. 750. I due pezzi da incavicchiare si forano insieme.

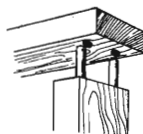



Fig. 751. L'incollaggio dei cavicchi.

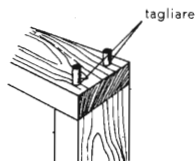
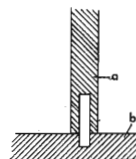
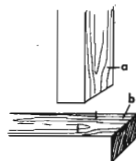
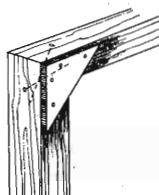
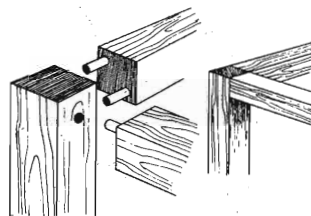
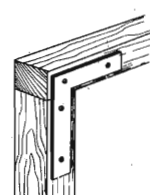



Fig. 752. Determinazione dei centri per fori non passanti.

Congiunzione a battuta. Ancora piú semplice è questo tipo di collegamento che serve sia per angoli (fig. **746**), sia per incroci (fig. **747**). Le liste nei punti di sovrapposizione si riducono a metà spessore, con la sega e lo scalpello; la congiunzione è poi assicurata con colla e chiodi o viti.

Incastro a triangolo. Serve per il congiungimento in angolo di costa, di liste sottili (cornici, per esempio). Le liste sono tagliate a 45° con l'aiuto dell'apposita guida (fig. **705**) ed incollate. Fino ad asciugamento completo, la cornice deve rimanere fissata in un dispositivo di tensione, costituito da quattro blocchetti cubici 6×6×6 cm nei quali si praticano incavi ad angolo retto; questi blocchetti sono premuti contro i quattro angoli della cornice da una robusta cordicella di canapa che, dopo due giri attorno al telaio, viene tesa mediante un cavicchio di legno (fig. **748**). Nella cornice ben asciutta si praticano poi quattro tagli negli angoli (larghezza 3-6 mm), s'incastrano tavolette di compensato di uguale spessore che vengono fissate con colla, e si tagliano pulitamente le parti sporgenti (fig. **749**).

Congiunzione a cavicchi. È uno dei collegamenti piú facili e può sostituire — specie nella costruzione di mobili — molti tipi piú complicati. I cavicchi possono essere comprati fatti in varie misure e diametri, o possono essere fatti da noi stessi tagliando semplicemente tondelli di legno duro. I pezzi da collegare vengono presentati insieme e con il trapano si fa il foro (diametro della punta elicoidale = diametro del cavicchio). Incollato il cavicchio nel foro, si tagliano le parti sporgenti (fig. **750** e **751**).

Se il collegamento deve rimanere invisibile (per esempio all'esterno di un mobile) uno dei fori non viene fatto passante (fig. **753**). In questo caso i fori non possono naturalmente esser fatti in un'unica operazione; perché essi, fatti separatamente in **a** e **b**, combacino, si pianta un chiodino esattamente nel centro di ognuno dei punti dove si troveranno i centri dei fori di **b**. Ai chiodi si taglia la testa con le tenaglie (fig. **752**). Presentando ora il pezzo **b** esattamente nella posizione voluta contro **a**, le punte segneranno i centri corrispondenti su

Fig. 753. Cavicchio a foro non passante.

Fig. 754. Incavicchiatura d'angolo.

Fig. 755. Congiunzione angolare irrigidita con triangolo di compensato.

Fig. 756. Congiunzione angolare irrigidita con squadra di ferro.

Fig. 757. Congiunzione angolare irrigidita con traversa incassata.

questo pezzo. Tolti i chiodi, si possono poi fare tutti i fori. I cavicchi devono essere un po' piú corti della lunghezza complessiva dei fori, altrimenti non è possibile, incollandoli, unire i due pezzi. I cavicchi permettono anche di unire due assi ad angolo (fig. **754**), caso che è piuttosto frequente nella costruzione di mobili.

L'irrigidimento delle congiunzioni. I collegamenti ad angolo, ottenuti in modo elementare (inchiodati od incollati di testa o a squadra) possono essere resi rigidi incollandovi un triangolo di compensato (fig. **755**) o avvitandovi una squadra di ferro (fig. **756**). Nelle scaffalature, il fondo inchiodato, o meglio avvitato, anche se si tratta solo di masonite 4 mm, è piú che sufficiente per garantire la solidità dell'insieme. Volendo fare a meno del fondo (per esempio, in scaffali semplici, per ragioni di costo), si inchiodano diagonalmente da parte a parte, oppure obliquamente, negli angoli, delle semplici traverse fatte di listelli. Queste traverse possono anche essere incassate (fig. **757**).

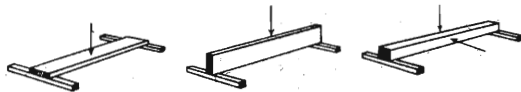



Fig. 758. Portata limitata

Fig. 759. Portata notevole.

Fig. 760. Il travicello resiste alle sollecitazioni, sia di peso, sia laterali.

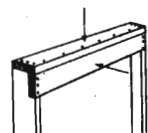



Fig. 761. La combinazione di due liste a squadra resiste come il travicello, ma pesa e costa di meno.

E per finire, una regola generale: un'asse o una lista portano poco se poste in piano, ma molto se poste « di costa ». Due assi inchiodate a squadra resistono bene in ambedue i sensi e sono piú leggeri ed economici della trave (figg. **758-761**).

La finitura delle superfici in legno.

Generalmente la superficie del legno non viene lasciata grezza, ma se ne migliora l'aspetto con qualche accorgimento; per noi i mezzi piú adatti sono la tinteggiatura con mordente, la verniciatura opaca e la verniciatura ad olio o lacca. In tutti i casi occorre procedere alla levigazione, detta anche « carteggiatura », da effettuarsi con carta vetrata di differente finezza. Si usa un blocchetto (figura **718**) ricoprendolo di carta vetrata prima grossolana, poi sempre piú fine.

La tinteggiatura con mordente. Questo procedimento mette in evidenza la marezzatura del legno, conferendo un ottimo aspetto soprattutto ai legni piú pregiati. Si bagna la superficie del legno con una spugna, si lascia asciugare e si dà un'ultima passata di carta vetrata finissima. Dopo aver tolta con cura ogni traccia di polvere, si applica il mordente con una spugna o con un grande pennello e si lascia asciugare perfettamente. Asciugando, la tinta risulta molto piú chiara; per ottenere la tonalità voluta conviene dunque fare prima una prova su un altro pezzo dello stesso materiale. Un'ultima carteggiatura leggerissima dà alla superficie il suo aspetto definitivo.

Il mordente è disponibile in varie tinte, in forma di polvere o di granuli, solubile in acqua o in alcool. Il procedimento descritto non è una vera mordenzatura (che si basa su un processo chimico) ma una tinteggiatura. Esistono anche preparazioni contenenti cera; le superfici trattate con esse possono essere lucidate con un panno morbido ed acquistano un gradevole aspetto.

La verniciatura trasparente. Si tratta dell'applicazione di uno strato trasparente che protegge il legno, ne rende piú resistente la superficie e ne migliora l'aspetto. Marezzatura e tinta restano visibili. Le varie preparazioni esistenti in commercio si applicano con pennello o tampone sulla superficie carteggiata ed eventualmente tinteggiata.

Una delle preparazioni piú comuni in questo campo è la cosiddetta « vernicetta », una soluzione di gommalacca in alcool che può essere incolore o contenere già anche il mordente (solubile in alcool). Questo tipo di vernice si applica solo a tampone (ovatta ricoperta di una pezzuola di lino). Alla prima mano si può fare seguire una seconda di lucido, applicata con movimenti circolari, eccentrici e continui. Una goccia di olio da lucidatura, applicato sul tampone, evita gli strappi nella superficie verniciata in seguito all'eventuale adesione del tampone su di essa.

Verniciatura ad olio e a smalto. Contrariamente ai procedimenti descritti, queste verniciature coprono il legno; perciò esse si applicano soltanto di rado ai legni pregiati, mentre d'altra parte permettono di dare un aspetto gradevole ad oggetti fatti di legno di qualità inferiore, con molti nodi, ecc. Le irregolarità della superficie devono essere eliminate con la stuccatura, applicata a spatola. Dopo la carteggiatura, si applica una prima mano di fondo, poi, dopo aver lasciato asciugare completamente, una seconda, possibilmente anche una terza. Quindi si applica lo smalto, anch'esso, se possibile, in piú mani successive, lasciando sempre asciugare la precedente.

Gli smalti si trovano in tutte le tinte e qualità. Acquistandone, si tenga presente che occorre una parte di smalto per due parti di fondo.

Gli oggetti di legno esposti alle intemperie devono essere trattati in primo luogo con un conservante adatto, per evitare che marciscano. Poi vengono verniciati ad olio (almeno due mani) ed infine con una vernice per esterni.

Tutte le finiture descritte richiedono, come già detto, che la superficie sia completamente liscia, levigata e priva di polvere. Effetti particolarmente brillanti si ottengono carteggiando la superficie tra una mano e l'altra con carta vetrata finissima.

Ed ora, al lavoro!

I lavori qui descritti sono adatti per i principianti, in quanto richiedono soltanto pochi utensili, poco materiale e poco tempo. Misure, congiunzioni e finiture possono essere scelte a piacere, dove non indicate specificamente.

Cassetta per utensili (fig. **723**).

Le misure della cassetta per utensili devono essere tali da permettere anche la sistemazione di ferri acquistati in un secondo tempo. Generalmente saranno sufficienti le dimensioni di 13-15 cm di profondità, 45-48 cm di altezza e 60-65 cm di larghezza; in questa cassetta trovano posto anche gli utensili per la lavorazione dei metalli. Il modello illustrato nella figura **762** ha due ante incernierate, provviste internamente di traverse, e due cassetti per seghetti, viterie, chiodi, colla e minuterie varie.

Le pareti **D** ed i ripiani **ABC** sono di abete 12-15 mm, il fondo **F** di masonite 10 mm. In quest'ultima, pratichiamo due tagli 8 × 20 mm, sopra i quali avvitiamo due piatti a finestrella per i ganci d'appoggio (fig. **763**).

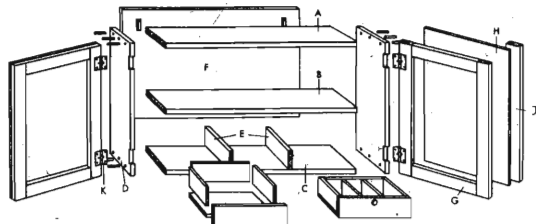



Fig. 762. Costruzione della cassetta per i ferri.

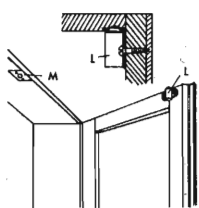



Fig. 762 a. L'incastro a sfera ed il suo montaggio.

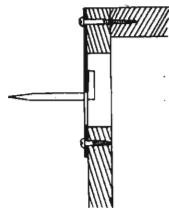



Fig. 763. La finestrella per il gancio d'appoggio.

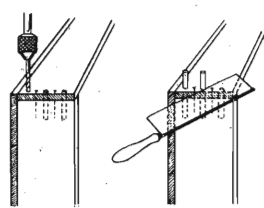



Fig. 764. L'incavicchiatura delle pareti.

Iniziamo la costruzione collegando le pareti ed i ripiani. A questo scopo inchiodiamo con punte sottili i singoli pezzi dopo aver cosparso le parti a contatto con colla. Incolliamo e puntiamo pure il fondo **F**. Facciamo poi con punta 6 i fori per i cavicchi (profondità 3 cm circa), mettiamo un po' di colla nei fori e sui cavicchi stessi ed inseriamo questi ultimi, Lasciamo asciugare, tagliamo le estremità sporgenti dei cavicchi (fig. **764**). Abbiamo cosí potuto fare a meno dei morsetti, che altrimenti avrebbero dovuto tenere in posizione i singoli pezzi.

I due cassetti sono di legno d'abete, con pareti e fondo incollati di testa ed inchiodati con punte sottili. Possiamo suddividere gli spazi interni con altre tavolette incollate. L'altezza dei cassetti è determinata dalla distanza dei due ripiani inferiori **B** e **C**; la profondità deve essere un po' minore di quella interna della cassetta, a causa dei pomoli sporgenti. Terminati i cassetti, tagliamo ed incolliamo le paretine di divisione **E**, badando che i cassetti abbiano gioco sufficiente. I pomoli possono essere acquistati nei negozi di ferramenta.

Le due ante sono costituite da telai **G** 12×30 cm, riempiti con lastre di masonite **H**. I telai possono essere costruiti con congiunzioni a colla e chiodi oppure a cavicchi. L'anta destra è provvista di una lista di battuta **J** che deve sporgere di 12 mm circa. Le cerniere **K**, larghe 12 mm, vengono incassate sia nei telai **G** che nelle pareti **D** (usare lo scalpello), affinché le ante chiuse aderiscano perfettamente alle pareti, e sono avvitate con viti a testa conica che non devono sporgere.

Per la chiusura, avvitiamo in alto ed in basso dell'anta destra due incastri a sfera **L**, in posizione esatta rispetto ai piattini corrispondenti **M** avvitati sui ripiani **A** e **C**. L'anta destra è provvista inoltre di un pomolo. Infine tagliamo le traverse (fig. **725**) da incollare sul fondo e negli interni delle ante ed avvitiamo i ganci per sega da traforo e girabecchino (fig. **723**). Esternamente la cassetta può essere verniciata a mordente o con vernice trasparente.

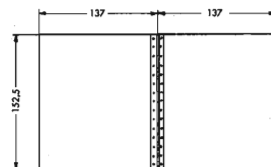



Fig. 765. Dimensioni del piano di gioco.

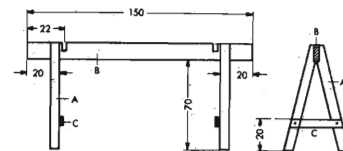



Fig. 768. Costruzione dei cavalletti. A destra, vista laterale.

Figg. 766-767. I due modi d'incernieramento.

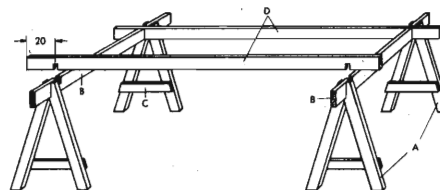



Fig. 769. I due cavalletti sono collegati con liste (longheroni).

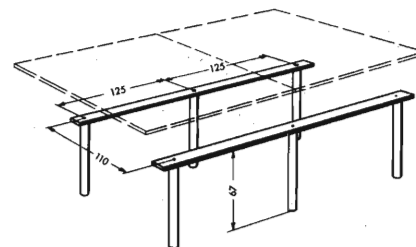



Fig. 770. Banchette per la sistemazione all'aperto.

Tavolo da ping-pong.

Secondo i regolamenti internazionali, il tavolo da ping-pong deve avere le dimensioni di 274×152,5 cm. Il piano deve essere assolutamente perfetto e non deve « svergolarsi » col tempo; usiamo perciò pannelli di panforte 16-20 mm, unendone due da 137×152,5 con una cerniera a nastro (cerniera da pianoforte) che permette di richiudere il piano e di sistemarlo con facilità quando non è in uso (fig. **765**). Allo stato chiuso, il piano di gioco deve trovarsi all'interno; la cerniera può essere fissata nel piano medesimo (fig. **766**) o anche nelle due testate combacianti (fig. **767**), purché, però, la parte centrale del pannello mostri le liste disposte per il lungo e non di testa.

Il piano è montato su un telaio costituito da due cavalletti collegati con due liste **D** (fig. **769**). Prepariamo prima le traverse **B** e pratichiamo i tagli 3×5 cm; tagliamo poi al medesimo angolo tutte le gambe **A** che incolliamo ed inchiodiamo alle traverse **B** (fig. **768**).

Lista dei materiali.

Pezzi	*Materiale*	*Dimensioni*	*Uso*
2	Spessore 16 mm	152,5 × 137 cm	piano del tavolo
1	Cerniera	lunghezza 152 cm	cerniera
8	Travi 6 × 6 cm	lunghezza 75 cm	gambe A dei cavalletti
2	Liste 3 × 12 cm	lunghezza 152 cm	traverse B
4	Liste 2 × 6 cm	lunghezza 30 cm	rinforzi C
2	Liste 3 × 10 cm	lunghezza 270 cm	longheroni D

Inchiodiamo dall'interno i rinforzi **C** alle gambe **A** e controlliamo che queste ultime appoggino tutte per terra e che le traverse **B** siano perfettamente orizzontali, apportando gli eventuali tagli di correzione.

Pratichiamo anche nei longheroni **D** i tagli 3×5 cm; possiamo cosí collegarli coi cavalletti (fig. **769**). A guardare orizzontalmente al di sopra del telaio costituito da **B** e **D**, i bordi superiori devono trovarsi tutti sul medesimo piano; in altre parole, questo non deve essere « svergolato », perché, se lo fosse, il piano di gioco non sarebbe appoggiato da tutte le parti e finirebbe, a causa del suo peso, per incurvarsi anch'esso. Eventuali piccoli difetti di allineamento possono essere corretti lavorando di pialla sulle liste o di raspa sulle gambe.

I bordi del piano vengono chiusi con listelli di legno duro larghi 16 mm. Il piano di gioco può essere verniciato con uno smalto verde resistente ai colpi, e i bordi rilevati con vernice bianca. Rete e tenditori possono esser acquistati.

Per la sistemazione all'aperto del piano, bastano sei pali ⌀ 8 cm, lunghi 120 cm circa, piantati a tre a tre nel suolo a profondità tale che il filo delle testate sia esattamente all'altezza di 67 cm e perfettamente orizzontale. Controlliamo con due liste 3×10 cm, lunghe m 2,60, sulle quali posiamo un livello a bolla, correggiamo le eventuali differenze d'altezza ed inchiodiamo le liste (fig. **770**).

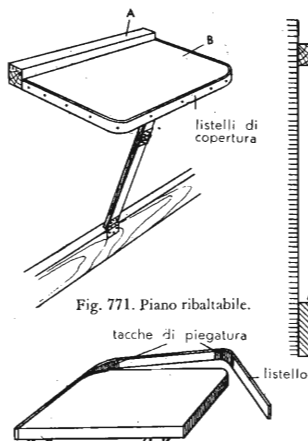



Fig. 771. Piano ribaltabile.

Fig. 772. Vista laterale in posizione alzata e ribaltata.

Fig. 773. Listello di copertura curvato.

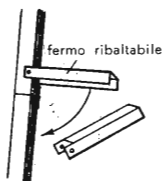



Fig. 774. Fermo della traversa.

Verniciamo queste banchette con un prodotto conservante. Affinché il piano non possa muoversi, avvitiamo inferiormente due liste trasversali che serviranno come guide.

Piano ribaltabile (fig. **771**).

Il piano **B** è costituito da un panforte 16 mm largo 35-50 cm e lungo 50-70 cm; rivestiamo tre bordi di liste di legno duro tagliate esattamente ad angolo di 45°. Se smussiamo gli angoli del piano, possiamo fare il bordo di un pezzo solo di listello, praticando numerose tacche ravvicinate nei punti da curvare, con l'aiuto della sega a traforo (fig. **773**).

Per fissare il piano al muro, tagliamo una lista 3×3 cm, che foriamo vicino alle estremità con punta 5. Appoggiamo la lista al muro, ad altezza adeguata, badando che sia orizzontale, e segniamo attraverso i fori i punti di attacco nel muro. Con una punta 8 mm facciamo poi i fori necessari nel muro, inseriamo due chiodi ad espansione vuoti, ⌀ 8 mm, ed infine fissiamo la lista con due viti ⌀ 5 mm, a testa conica. Contro la lista fissiamo poi il piano mediante due robuste cerniere applicate dal basso.

La traversina d'appoggio è costituita da due listelli **D** ed **E**, da 12×50 mm, incernierate fra loro e, rispettivamente, col piano e con lo zoccolo. Le lunghezze di **D** ed **E**, e con ciò il punto di piegatura delle traverse, devono essere trovate per tentativi, da farsi con una cordicella; il gioco delle singole parti deve essere tale che il piano possa essere ribaltato in posizione verticale, sovrapponendosi esattamente i due pezzi di traversina. Nella figura **772** sono segnate le linee curve che i singoli punti che c'interessano seguono nel ribaltamento. Per evitare che la traversa possa piegarsi anche quando dovrebbe sostenere il piano, il punto di piegatura deve essere assicurato con un fermo, per esempio con un pezzo di lamiera a sezione di « U » avvitato mobilmente a **D** (fig. **774**). Il piano può essere rifinito incollandovi un foglio di plastica lavabile o una lastra di laminato plastico.

Scaffali.

Nella figura **775** è illustrato uno scaffale per libri in cui i bordi laterali e di fondo superano l'ultimo piano, che può cosí essere utilizzato anch'esso. Le pareti laterali sono di panforte 16 mm, hanno gli angoli anteriori superiori arrotondati e le estremità inferiori sagomate in modo da formare dei piedi d'appoggio. I ripiani sono di abete piallato (18 mm), e sono collegati con le pareti mediante cavicchi oppure incollati ed inchiodati. Per ambedue i procedimenti è opportuno inchiodare subito, internamente alle pareti, dei listelli **T** 15×15 mm, fissarvi i ripiani e inchiodare anche il fondo di masonite 4 mm. Con ciò il mobile assume una rigidità che facilita sia l'applicazione dei fori per i cavicchi, sia l'incollatura. Se i listelli fossero poi di disturbo sarà facile eliminarli a costruzione ultimata.

Se non intendiamo verniciare lo scaffale, ricopriamo i bordi visibili delle pareti con una striscia di impiallacciatura.

Nello scaffale illustrato nella figura **776**, pareti e fondo terminano con il ripiano superiore. I ripiani interni sono un po' piú stretti per lasciare lo spazio per la tendina, da sistemarsi su una « riloga » avvitata internamente ad 1 cm circa dal bordo. Per coprire quest'ultima e per dare un miglior aspetto allo scaffale, possiamo incorniciarlo su tre lati con listelli **D** (5×30 mm) tagliati a 45° ed incollati sull'apertura di esso senza sporgere verso l'esterno.

Fig. 775. Scaffale.

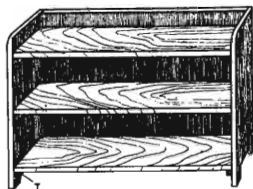



Fig. 777. Come si fissa la « riloga ».

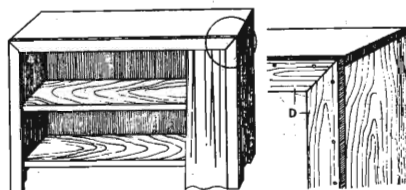



Fig. 776. Scaffale con tendina e cornice.

Panchetto per fiori (fig. **778**).

Il panchetto può essere costruito con facilità usando un panforte 20 cm con le dimensioni, per esempio, di 100×40 cm, e gambe di legno che, complete del ceppo conico filettato, si trovano in commercio (fig. **779**). I ceppi s'incollano sulla facciata inferiore del panforte, si avvitano le gambe e si coprono i bordi del panforte con listelli di legno duro. Se ricopriamo la facciata superiore con un materiale resistente all'umidità, lasciamo che i bordi sporgano un po' in alto sopra il piano.

Fig. 778. Panchetto per fiori.

Fig. 779. Gambo avvitabile (d'acquisto).

Tavolo con cassetto (fig. **780**).

Scegliendo le misure adeguate, con lo stesso sistema possiamo costruire un tavolo. Nella figura **781** è illustrata la costruzione di un piccolo cassetto, con le pareti in abete 2 cm, congiunte fra loro ad incastro, a cavicchi od anche semplicemente incollate ed inchiodate.

La parete anteriore **V** deve sporgere lateralmente di 30 mm per coprire i listelli di scorrimento, ed inferiormente di 10 mm per coprire lo spigolo del fondo. Il fondo stesso, di legno compensato 8 mm, è incollato ed inchiodato dal basso sulle pareti. All'altezza dei bordi superiori, le pareti laterali portano listelli **A** (12×12 mm) incollati ed inchiodati, che scorrono su liste sagomate avvitate

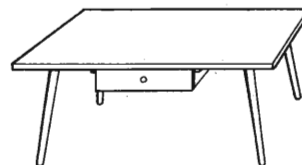



Fig. 780. Tavolo con cassetto.

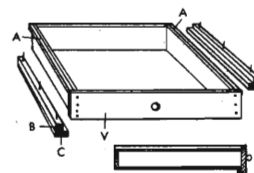



Fig. 781. Costruzione del cassetto e delle liste sagomate. In basso: sezione del cassetto.

inferiormente al piano del tavolo. Ciascuna di queste è costituita da due listelli di legno duro incollati fra loro, uno **B** (15×15 mm) ed uno **C** (10×20 mm). Infine, la parete anteriore **V** è provvista di un pomolo adatto, disponibile, in svariate esecuzioni, nei negozi di ferramenta.

Sgabello (fig. **782**).

Un semplice sgabello, che può servire per il lavoro o in cucina, è illustrato nella figura **782**. Le gambe **A** sono fatte di travicelli 5×5 cm, le fiancate **B** di assicelle di abete 15-20 mm larghe 10 cm circa. Queste parti sono incollate ed inchiodate fra loro. I rinforzi **C** (1,5×3 cm) possono essere incastrati o fissati con cavicchi 8 mm; usando rinforzi tondi, basta fare dei fori tondi nei travicelli, ricordandosi però di tagliare i rinforzi a 45°.

Il piano **D** può essere ritagliato da un panforte 16 mm e deve sporgere da tutti i lati di 3 cm. Esso viene incollato ed inchiodato (con chiodi a testa conica), e i bordi rivestiti, come al solito, da listelli. Il piano può anche essere reso ribaltabile in alto mediante due cerniere; in questo caso, fissando internamente alle fiancate dei listelli **F** 15×15 cm, ed appoggiando su di essi un piano sagomato di masonite 6 mm, lo spazio ricavato internamente può essere usato per riporvi piccoli oggetti di forma piana.

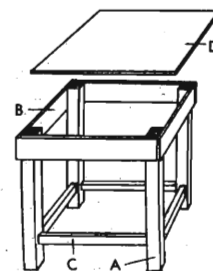



Fig. 782. Sgabello.

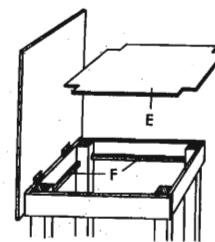



Fig. 783. Variante con piano ribaltabile e fondo.

Guardaroba.

La figura **784** illustra un semplice guardaroba, da fissarsi con due ganci al muro analogamente alla cassetta dei ferri, v. pag. 348. I pezzi laterali **A** sono ritagliati da un panforte 16 mm e ricevono ciascuno una serie di 6 fori da 15 mm per i tondi **C**, nonché un foro da 25 mm per l'asta **D**. È opportuno praticare i fori nei due pezzi sovrapposti, per assicurarne la perfetta corrispondenza. S'incollano poi i tondi **C** nei loro fori e si avvita e si incolla il fondo **B** (masonite 6 mm) con i pezzi laterali. Infine s'inchioda e s'incolla la lista **E** che evita la caduta degli oggetti posti sulla graticola formata dai tondi **C**.

Il taglio visibile di **A** può essere ricoperto di una lista di legno duro, mentre le testate dei tondi **C** e **D** e della lista **E** si lisciano con carta vetrata. Le eventuali irregolarità sono corrette con stucco, ed infine si dipinge il legno con vernice trasparente o a smalto.

L'asta di legno **D** può essere sostituita con un'asta di metallo, che può essere acquistata completa di flange d'attacco (fig. **785**). Per completare il guardaroba, si ricopre la porzione di parete al di sotto di esso con una stuoia, un foglio di plastica o di chintz (fig. **786**); è sufficiente inchiodare la copertura, unitamente a listelli di bordatura, lungo due linee verticali sul muro. Possiamo abbellire ulteriormente l'anticamera applicando sotto il guardaroba uno specchio ed eventualmente una mensola con o senza cassetto.

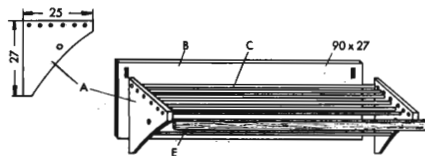



Fig. 784. Costruzione del guardaroba.

Fig. 786. Il guardaroba finito con specchio, mensola e fondo.

Fig. 785. Asta metallica con flange.

XIV. LA TECNICA DELLA LAVORAZIONE DEI METALLI

In molti casi, specie quando la resistenza del cartone e del legno non sarebbero sufficienti, dobbiamo usare, come materiale di costruzione, i metalli. C'è chi dimostra una certa apprensione di fronte alla lavorazione dei metalli, ritenendo, a torto, che si tratti di materiale troppo « duro » per poter essere foggiato con facilità. Ma basta avere assistito una volta al lavoro di un artigiano per rendersi conto che forare, filettare, saldare o tornire i metalli non offre particolari difficoltà e che questi materiali possono essere agevolmente lavorati e collegati fra loro. Ovviamente l'attrezzatura è ben diversa da quella che occorre per lavorare il legno, ed anche le tecniche differiscono, in parte, notevolmente. Ma chi è dotato di appena un po' di abilità manuale, riesce presto a dominare queste tecniche ed ad aprirsi cosí un campo di attività ben piú esteso, perché molti modelli ed apparecchi, e tra essi proprio quelli piú attraenti ed interessanti, non possono essere costruiti senza elementi metallici.

Anche l'aspetto di un oggetto guadagna molto dalla presenza di parti metalliche: per esempio il microscopio od il cannocchiale costruiti con tubi di ottone, o il proiettore con la cassa di lamiera, che inoltre offre anche il vantaggio di disperdere molto meglio del legno il calore dovuto alla lampada.

Gli attrezzi non sono tanto cari come talvolta si ritiene; né occorre comprarli tutti in una volta sola. Inizialmente bastano, oltre alla morsa, una sega per metallo, alcune lime, una cesoia da lattoniere e un trapano a mano con punte elicoidali assortite.

Il capitolo seguente tratta delle principali tecniche di lavorazione dei metalli, degli attrezzi occorrenti e del loro uso. Illustreremo anche in quali forme possiamo procurarci i materiali, come applicarli e quali preferire nei singoli casi. Per cominciare, daremo qualche consiglio in merito all'attrezzatura del nostro piccolo laboratorio.

Il posto di lavoro.

Quanto detto precedentemente in merito all'attrezzatura del posto di lavoro per le costruzioni in legno vale, in sostanza, anche in questo campo: un tavolo ben solido, una buona illuminazione, attrezzi a portata di mano in una cassetta attaccata vicino al tavolo. Inoltre occorre poter disporre di una presa di corrente nelle immediate vicinanze, per attaccare il cavo del saldatore elettrico (fig. **787**).

Per utilizzare lo spazio, il tavolo da lavoro sarà il medesimo che usiamo anche per i lavori in legno. La morsa dovrà perciò essere costruita in modo da poter essere tolta per non disturbare quando dobbiamo lavorare di pialla (morsa da banco con morsetto). Per non rovinare il piano del tavolo, lo ricopriamo di una lastra di masonite 4 mm, che assorbe anche parte del rumore causato dall'uso del martello. La costruzione di un tavolo da lavoro e quella di una cassetta per ferri sono descritte nel capitolo precedente.

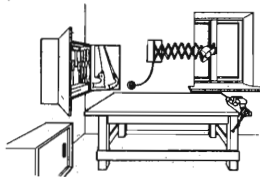



Fig. 787. Un posto di lavoro ben attrezzato

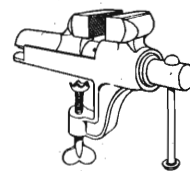



Fig. 788. Morsa parallela da banco.

Gli attrezzi.

Abbiamo elencato gli attrezzi raggruppandoli secondo il loro uso, mentre in seguito spiegheremo piú dettagliatamente come adoperarli.

Per fissare i pezzi da lavorare:

- morsa parallela da banco, con ganasce di almeno 80 mm di larghezza, forgiata, o in acciaio fuso, che resiste anche a colpi di una certa violenza (fig. **788**). Una morsa sicura e di dimensioni sufficienti è indispensabile per quasi ogni lavoro su metallo, per cui non conviene fare economie in questo settore. Se la morsa non deve essere tolta, è preferibile usare il tipo senza morsetto, da imbullonare sul tavolo (fig. **789**). Per evitare che le ganasce si rompano, e per assicurare una buona presa, i pezzi piccoli si fissano sempre nel centro della morsa; se eccezionalmente dobbiamo fissarne uno lateralmente, bisogna inserire un pezzo di metallo di uguale spessore sull'altro lato dell'apertura. La morsa si fissa opportunamente nell'angolo destro anteriore del tavolo, affinché il pezzo da lavorare possa essere avvicinato da tre direzioni (fig. **787**);
- morsetto a mano (fig. **791**). Serve per tenere piccoli pezzi che devono essere limati, saldati, ecc.;
- pinza a combinazione (fig. **701**). Può essere utilizzata come pinza, per tagliare fili metallici, per tenere tubi e tondini, ecc.;
- pinza a becchi tondi (fig. **850**) per curvare fili metallici;
- tenaglie (fig. **699**).

Per misurare e segnare:

- metro metallico (fig. **720**);
- calibro (fig. **792**), lungo circa 20 cm, per misurare dimensioni esterne ed interne con precisione fino a 0,1 mm. I decimi di millimetro si leggono sulla scala supplementare detta « nonio»: conta la linea che coincide con una linea della scala principale. I millimetri interi si rilevano direttamente sulla scala principale (ultima linea a sinistra dello 0 del nonio). La misura espressa dalla posizione illustrata in figura **793** è perciò 1,7 mm. Per dimensioni interne si utilizzano i coltelli sulla parte superiore del calibro, che vengono allontanati fino a toccare dall'interno le pareti dell'apertura da misurare (fig. **794**);
- micrometro (fig. **795**). Serve soprattutto all'elettrotecnico e radiotecnico, per misurare diametri di fili e spessori di lamiere. Un buon micrometro dà misure precise fino al centesimo di millimetro;
- punta per tracciare (fig. **796**) per segnare righe su superfici metalliche;
- compasso rapportatore (fig. **646**) per segnare circonferenze e per riportare dimensioni;
- riga metallica per segnare righe diritte. Può essere sostituita da un pezzo di piattina di ferro 3×20 mm lunga 50 cm.

Per martellare:

- martello da meccanico (fig. **797**), di 400-500 g di peso;
- incudine (fig. **798**) per raddrizzare, appiattire ecc., tondini, fili, lamiere. Per quasi tutti gli usi basta anche un pezzo di putrella o di rotaia oppure una lastrina d'acciaio 10 mm, delle dimensioni di 15×10 cm circa.

Per scalpellare:

- scalpello diritto (fig. **799**) largo 12-15 mm in punta.

Per limare:

Secondo il taglio si distinguono: lime da sgrossare, a taglio bastardo e a ta-

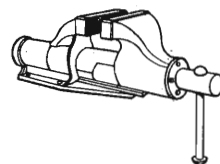



Fig. 789. Morsa parallela da banco, avvitata.

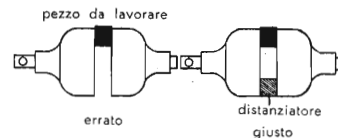



Fig. 790. Cosí il pezzo si fissa nella morsa.

Fig. 791. Morsetto a mano.

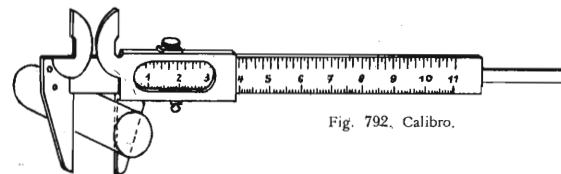



Fig. 792. Calibro.

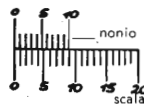



Fig. 793. Nonio.

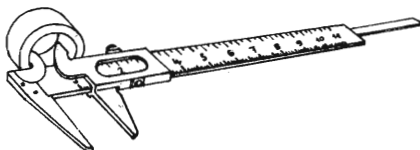
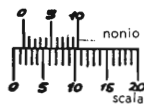



Fig. 794. Misurazione di diamètri o dimensioni interni.

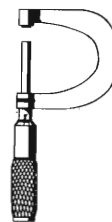



Fig. 795. Micrometro.

Fig. 796. Punta per tracciare.

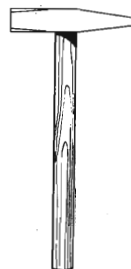



Fig. 797. Martello da meccanico.

Fig. 798. Incudine.

glio fino; secondo la sezione si hanno lime rettangolari (fig. **800 a**), quadre (fig. **800 b**), triangolari (fig. **800 c**), mezze tonde (fig. **800 d**) e tonde (figura **800 e**). La lima mezza tonda può essere usata anche per limare in piano.

Fig. 799. Scalpello diritto.

Fig. 801. Sega ad archetto.

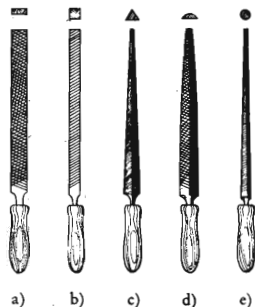



Fig. 800. Lime: *a*) piana, *b*) quadra, *c*) triangolare, *d*) mezza tonda, *e*) tonda.

Un primo assortimento dovrebbe comprendere almeno le seguenti lime, tutte di lunghezza 8-10 pollici:
— lima da sgrossare, rettangolare (piana);
— lima bastarda, mezza tonda, per incavi;
— lima bastarda, tonda, per fori;
— lima bastarda, quadra, per fori ad angoli retti;
— lima fina, triangolare, per angoli e tacche;
Inoltre una serie di lime di precisione.
Tutte le lime vanno montate in manici di legno, nei quali pratichiamo fori adatti e che devono assicurare una buona presa nonché salvaguardare le mani.

Per segare:
— sega ad archetto con seghetti intercambiabili (fig. **801**);
— sega da traforo (fig. **706**) con seghetti per metallo, per tagli curvilinei.

Per forare:
— trapano a mano (fig. **802**) o a petto, con mandrino per punte fino a 10 mm. Le punte grandi richiedono un numero minore di giri delle punte piccole, in quanto mordono con piú difficoltà e tendono a scaldarsi perdendo l'affilatura. Perciò conviene scegliere un trapano che abbia due rapporti diversi di trasmissione; meglio ancora rispondono i trapani elettrici che possono essere usati sia montati, sia mobili (tav. XXX);
— punte elicoidali (fig. **708**), con diametri assortiti secondo necessità. Per l'inizio basta una serie da 2 a 6 mm, crescente di millimetro in millimetro;
— bulino (fig. **803**) per segnare i centri.

Per affilare:
— affilatrice a mano (fig. **717**);
— pietra abrasiva (fig. **854**) ad olio o acqua;
— carta vetrata e tela smeriglio, a vari gradi di finezza.

Per tagliare lamiere:
— cesoia da lattoniere (fig. **804**).

Per filettare:
— maschi da filettatura (fig. **805**) in varie misure e passi, per filettare fori;
— giramaschi (fig. **806**) per l'azionamento dei maschi;
— filiere (fig. **807**) in varie misure e passi, per filetti esterni;
— girafiliere (fig. **808**) per l'azionamento delle filiere.

Per fare fori in lamiere sottili:
— punteruoli (fig. **829**) da 2 e 4 mm di diametro in punta; servono anche per togliere ribattini e spine, ecc.

Per saldare:
— saldatore elettrico da almeno 100 W (fig. **809**). I saldatori piú piccoli servono soltanto per saldare fili e pezzi minuti, mentre i saldatori a fuoco si ossidano presto e sono poco pratici nell'uso;
— pietra da saldare (sale ammoniacale) per pulire la superficie del saldatore;
— altri prodotti ausiliari (v. pag. 354);
— stagno per saldatura, in barre al 40% o in fili.

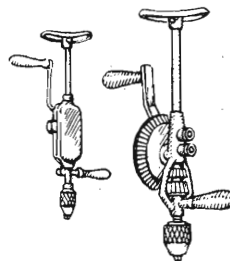



Fig. 802. Trapano a mano e trapano a petto.

Fig. 803. Bulino.

Fig. 804. Cesoia da lattoniere.

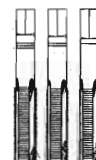



Fig. 805. Maschi da filettatura.

Fig. 806. Giramaschi.

Fig. 807. Filiera.

Fig. 808. Girafiliere.

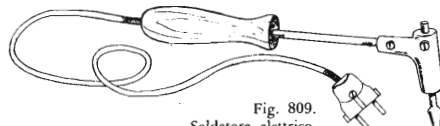



Fig. 809. Saldatore elettrico.

Le tecniche di lavorazione

Segare.

Per tagliare un pezzo metallico bisogna fissarlo nella morsa in modo tale che il taglio si possa praticare in vicinanza immediata delle ganasce (fig. **810**). Non seguendo quest'avvertenza, il pezzo vibra, ciò che può essere facilmente avvertito dal suono acuto della sega. Essendo i denti del seghetto diretti in avanti, si dà pressione soltanto nel movimento in avanti (spinta). Per iniziare il taglio, si appoggia il seghetto sullo spigolo posteriore del pezzo e si fa qualche movimento in avanti e indietro, senza esercitare pressione; sarebbe uno sbaglio iniziare dallo spigolo rivolto verso chi lavora (fig. **811**). Per tagliare tubi, si procede a gradi, girando ogni volta il pezzo nella morsa (fig. **812**); tagliando un tubo con una sola operazione, si rischierebbe di effettuare un taglio obliquo e, soprattutto, di rompere il seghetto (il punto pericoloso è quello immediatamente precedente il termine del taglio). I tubi a parete sottile potrebbero ammaccarsi se segati senza precauzione; conviene inserire un'anima di legno dolce esattamente a misura ed usare il seghetto a traforo.

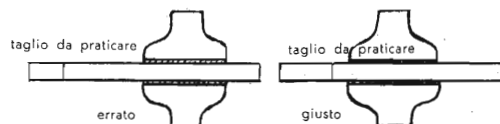



Fig. 810 Cosí il pezzo si fissa nella morsa.

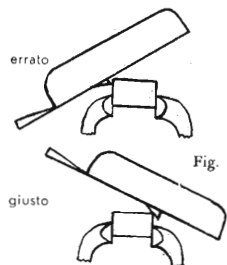



Fig. 811. Inizio del taglio.

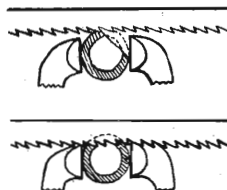



Fig. 812. Taglio di un tubo.

Anche le lamiere si segano meglio con la sega da traforo, con seghetti per metalli (temperati) e non troppo sottili e perciò fragili. La misura adatta è il n. 4; per lamiere già grosse useremo seghetti piú robusti ancora. Il taglio deve essere condotto tenendo la sega esattamente perpendicolare, dopo aver ingrassato leggermente il seghetto con olio o grasso per facilitare il movimento ed evitare il riscaldamento eccessivo. Nel caso di lamiere di spessore inferiore al millimetro il seghetto tende ad incantarsi o a muoversi soltanto a strappi; in questi casi conviene tagliare la lamiera unitamente ad un'assicella di compensato o di legno duro da 4-5 mm. L'acciaio (temperato) non può essere tagliato con la sega; bisogna prima provvedere a stemperarlo. Ogni taglio di sega lascia spigoli ruvidi e leggermente rialzati (« bave »), che si devono rendere netti con la lima.

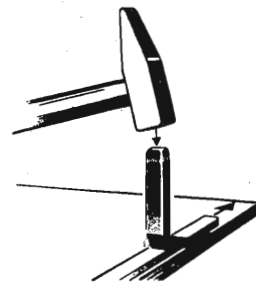



Fig. 813. Taglio di piattina, a scalpello.

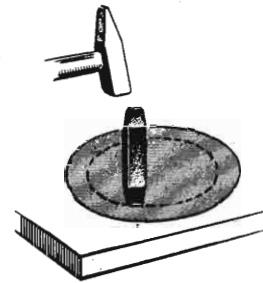



Fig. 814. Taglio di finestra, a scalpello.

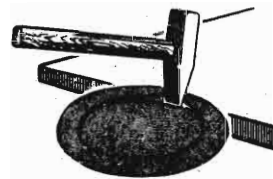



Fig. 815. Distacco della finestra, a martello.

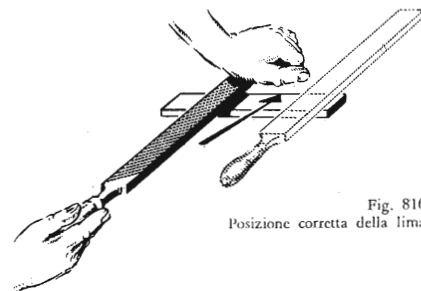



Fig. 816. Posizione corretta della lima.

Scalpellare.

Molte volte possiamo sostituire alla sega lo scalpello, per esempio quando dobbiamo tagliare listelli di metallo (fig. **813**). Si pone il pezzo su un piano di ferro (incudine); lo scalpello viene appoggiato verticalmente ed affondato con colpi energici di martello (attenzione: il pezzo tagliato tende a staccarsi di colpo ed a « partire » nella direzione indicata dalla freccia). Anche le aperture (finestre) nelle lamiere si tagliano meglio con lo scalpello che non con la sega. Dopo avere segnato il contorno dell'apertura, lo seguiamo con lo scalpello, praticando tanti tagli uno vicino all'altro senza congiungerli (fig. **814**). Non occorre che il taglio vada da parte a parte, basta che vi sia un'incisione profonda. Appoggiamo poi la lamiera ad uno spigolo in modo che il contorno resti appena libero, e lavoriamo di martello per completare il distacco (fig. **815**).

Essendo la lama dello scalpello a forma di cuneo, il taglio risulta leggermente obliquo; lo spigolo deve perciò ancora essere lavorato a lima per renderlo perpendicolare.

Limare.

Come già spiegato per il lavoro di sega, anche per il lavoro di lima il pezzo deve essere montato nella morsa in modo tale che il punto da limare si trovi vicino oppure, se possibile, al disopra delle ganasce, per evitare ogni vibrazione. La lima

viene poi tenuta con le due mani e guidata un po' obliquamente, un colpo verso sinistra ed un colpo verso destra, sopra il punto da limare, appoggiando con la sinistra soltanto nel movimento di spinta e ritirando la lima senza farla lavorare (fig. **816**). Se la lima non fa piú presa perché i canali tra i suoi denti sono ostruiti da limatura, usiamo, per pulirli, una spazzola metallica o, in mancanza, una striscia di lamiera di ottone. Per principio si usa sempre dapprima la lima da sgrossare, per scendere poi a tagli piú fini. Le lime non vanno mai lubrificate od oliate. L'acciaio temperato non può essere limato e rovinerebbe prontamente ogni lima al primo tentativo.

Forare.

Il punto da forare viene segnato col bulino, dopo averlo localizzato nell'incrocio di due righe tracciate con l'ago; si appoggia il bulino e con un colpo secco di martello si segna un piccolo cratere nel pezzo (fig. **817**), dove la punta di trapano avrà poi presa sicura. Per fori oltre un certo diametro conviene procedere in due riprese: un primo foro con una punta intermedia, per il quale è piú facile ottenere l'esatta centratura, e soltanto in seguito la trapanatura con la punta definitiva. Le punte sottili sono alquanto fragili e perciò lavorando con esse la pressione sul trapano deve essere esercitata con molta moderazione. È particolarmente importante montarle nel mandrino in posizione assolutamente centrata, perché mentre la punta grossa, montata un po' eccentricamente, s'impunterebbe subito, quella sottile invece si spezzerebbe. La punta ed il foro vanno sempre leggermente lubrificati per mantenere piú a lungo l'affilatura del trapano, e — nel caso di fori in metalli morbidi come alluminio, rame o piombo — per favorire il distacco dei trucioli dalla punta. L'ottone può essere invece forato anche con la punta non lubrificata.

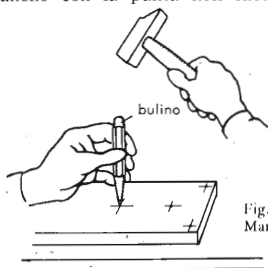



Fig. 817. Marcatura del centro, a bulino.

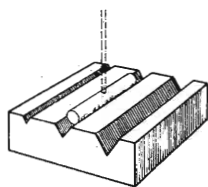



Fig. 818. Base per la foratura di tondi.

Fig. 819. Estrazione di punta elicoidale rotta.

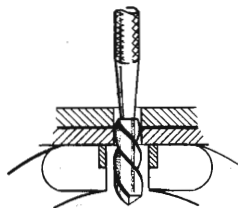



Fig. 820. Espulsione di punta elicoidale rotta.

Qualche difficoltà presenta la foratura trasversale di pezzi tondi (tubi, bulloni, tondini ecc.) quando non è possibile fissarli nella morsa; sotto la pressione del trapano il pezzo tende infatti a roteare od a scivolare. In questi casi rende buoni servizi un basamento di legno duro con tagli cuneiformi di diversa larghezza, in uno dei quali — a seconda del suo diametro — si appoggia il pezzo tondo (fig. **818**).

Quando si fanno forature profonde, conviene ritirare ogni tanto il trapano e pulire la punta elicoidale dai trucioli. Nel malaugurato caso di rottura della punta prima ancora che essa sia passata dall'altra parte, si prende il pezzo sporgente con la tenaglia e si gira verso sinistra, tirando leggermente; di solito la punta (specie se l'abbiamo lasciata raffreddare un poco) esce con facilità (figura **819**). Se invece la punta è già passata dall'altra parte, si elimina il pezzo che sporgesse in alto (pinza o smerigliatrice) e con un colpo secco dato sul punteruolo appoggiato sul piano cosí creato, si fa uscire la punta in basso (figura **820**).

L'acciaio non può essere forato se non è stato precedentemente stemperato.

Col punteruolo si possono forare, come già accennato, lamiere sottili ed anche molle da orologio. Le lamiere devono essere appoggiate su un piano di materiale piú morbido: piombo per lamiere di ottone, alluminio o zinco; alluminio, ottone o rame (non induriti) per lamiere di ferro. Il diametro del foro nella molla non può superare un terzo della larghezza della molla stessa. In ogni caso, il punteruolo deve essere appoggiato perpendicolarmente e passato con un solo energico colpo di martello.

Filettare.

I principianti di solito si spaventano, senza ragione alcuna, all'idea di dover filettare; i ferri occorrenti non sono costosi, né occorre particolare abilità per usarli. Descriviamo prima i filetti interni (femmine) che si fanno, come già detto, con maschi da filettatura (fig. **805**).

Filetti interni: un filetto interno si taglia in tre riprese, con tre maschi distinti da numeri o da altri segni. Dopo avere praticato il foro di diametro adatto, si monta il primo maschio nel giramaschi e si introduce la punta nel foro, dopo averla abbondantemente lubrificata. Tenendo poi il maschio esattamente perpendicolare al piano, si gira con leggera pressione verso destra; una volta tagliata la prima spira del filetto, le altre non offrono piú alcuna difficoltà. In nessun caso il maschio deve essere forzato, perché, essendo molto temperato, durissimo e perciò assai fragile, si spezzerebbe con facilità nel foro e per toglierlo, poi, occorrerebbe faticare parecchio (portare al rosso tutto il pezzo per stemperare la punta incastrata, forarla a sua volta, ecc.). Quando il filetto è molto lungo, conviene ogni tanto estrarre la punta e liberarla dai trucioli. Il foro deve essere di diametro un po' maggiore del nocciolo del filetto scelto; se fosse minore, non potremmo farvi entrare il maschio, se eccessivo, il filetto sarebbe poco profondo ed incompleto e la vite per la quale è preparato non potrà tenere. Nelle tabelle che seguono, figurano i filetti che possono interessarci, con i diametri esterni in pollici e millimetri, nonché quelli del nocciolo, del foro e (tra parentesi) della punta che può essere adoperata per il foro se quella esatta non fosse disponibile.

1) Tabella per il passo Whitworth.

Diametro esterno del filetto in pollici	in mm	*Diametro del nocciolo* in mm	*Diametro del preforo* in mm
3/32	2,38	1,7	2
1/8	3,18	2,36	2,5
5/32	3,97	2,95	3,2 (3,3)
3/16	4,76	3,41	3,7
1/4	6,35	4,72	5
5/16	7,94	6,13	6,5
3/8	9,53	7,49	7,8 (8)

2) Tabella per il passo metrico.

Diametro esterno del filetto in mm	*Diametro del nocciolo* in mm	*Diametro del preforo* in mm (arrotondati)
2	1,44	1,6 (1,5)
2,3	1,74	1,9 (1,8)
2,6	1,97	2,1 (2,2)
3	2,30	2,5
3,5	2,66	2,9 (2,8)
4,0	3,02	3,3
5	3,88	4,2
6	4,61	5
8	6,26	6,7
10	7,91	8,4 (8,5)

Filetti esterni: I filetti esterni si tagliano con filiere (fig. **807**) montate in girafiliere (fig. **808**). Contrariamente al filetto interno, quello esterno viene ottenuto in un solo passaggio e con un solo attrezzo. Anche qui, è essenziale che la lavorazione avvenga in modo esattamente perpendicolare e che si eserciti soltanto una leggera pressione sulla filiera, perché la prima spira sia esatta; le altre si eseguono poi senza difficoltà. Filiera e pezzo da filettare devono essere ben lubrificati. Per facilitare il lavoro, l'imbocco del pezzo da filettare viene ridotto ad una leggera conicità. Per la misura del pezzo da filettare questa volta non conta, come per il foro nel caso del filetto interno, il diametro del nocciolo, ma il diametro esterno del filetto. Se il pezzo è troppo grosso, la filiera non riesce a fare presa o a girare; se è di diametro troppo piccolo, la filiera trova poca « carne », il filetto diventa troppo poco profondo e il dado che dovremo avvitarvi non avrà presa sufficiente. Anche in questo caso, valgono le misure delle tabelle.

Chiodare.

Uno dei piú importanti tipi di collegamento tra lamiere o liste è costituito dalla chiodatura, che, con poca fatica e con impiego di materiale relativamente ridotto, dà ottimi risultati di solidità. La chiodatura industriale avviene con una serie di attrezzi: stampo, controstampo, tubo di ribaditura, che per l'uso in casa non occorrono. I chiodi, detti « ribattini », esistono in diverse forme a se-

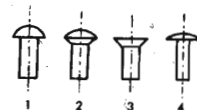



Fig. 821. Chiodi (ribattini); 1) a testa tonda; 2) a goccia di sego; 3) a testa conica; 4) a testa piana per lamierino.

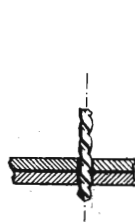



Fig. 822. Preparazione del foro.

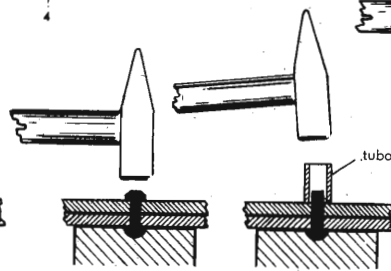



Fig. 823. Chiodatura: assestamento ribaditura.

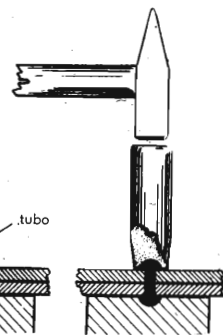



Fig. 824. Rifinitura della testa.

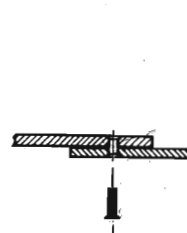



Fig. 825. Introduzione di un ribattino a testa annegata.

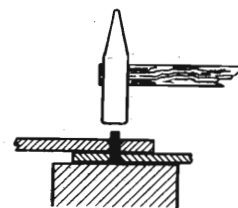



Fig. 826. Ribaditura.

Fig. 827. Chiodatura rifinita.

conda degli usi specifici (fig. **821**), in varie lunghezze e diametri, e possono essere di ferro, di rame e di alluminio. Per il principiante è piú facile lavorare con ribattini di materiale piú dolce (alluminio o rame); generalmente si segue il principio che il ribattino deve essere dello stesso metallo dei pezzi da collegare.

La chiodatura con ribattini a testa tonda avviene come segue: i due pezzi da collegare vengono forati con una punta che ha lo stesso diametro del ribattino (fig. **822**). Dal basso si introduce il ribattino; si appoggia poi tutto sul controstampo, costituito essenzialmente da una base di metallo che abbia una sede concava corrispondente alla testa (« testa di fabbrica ») del ribattino. Con un pezzo di tubo appoggiato sopra il foro, al quale si impartisce un colpo secco di

Fig. 828. Giunto mobile a chiodo ribadito.

martello, i due pezzi vengono pressati insieme e contro la base. Tolto il tubo, si colpisce poi direttamente la parte sporgente del chiodo che cosí « ribadito » aderisce perfettamente alle pareti del foro (fig. **823**). Infine, con lo stampo sagomato visibile nella figura **824** si rifinisce, la parte ribadita conferendole forma semisferica (« testa di ribaditura »). Non disponendo di uno stampo, si ottiene un risultato sufficiente anche direttamente col martello.

Un po' piú semplice si presenta la chiodatura con chiodi a testa conica (« testa annegata ») perché non necessita di stampi e controstampi. Il foro nella lamiera viene svasato dalle due parti e la parte cilindrica del chiodo ribadita nel piccolo cono libero (figg. **825-827**).

Le lamiere di spessore inferiore ai 3 mm non possono essere svasate senza indebolirle troppo. Dove i chiodi a testa tonda sporgerebbero troppo si provvede con chiodi a testa semitonda.

Da quanto precede risulta chiaro che la lunghezza del chiodo deve essere scelta con molta cura. La parte che sporge dal piano dovrebbe essere di 1,3-1,5 volte il diametro del chiodo; se è piú corta, la testa di ribaditura è troppo piccola oppure, nelle chiodature annegate, il cono non è interamente riempito; se piú lunga, la testa risulta troppo grande e diventa irregolare, oppure, nelle chiodature annegate, una parte del materiale forma una bozza sulla superficie liscia. Se il chiodo risulta troppo lungo, perciò, bisogna tagliarlo, dopo averlo inserito con le tenaglie.

I chiodi a testa tonda permettono anche giunture mobili. Scelto un chiodo piú lungo, tra le lamiere e le due teste s'inseriscono due rondelle. La ribaditura in questo caso viene effettuata molto dolcemente (fig. **828**).

Per togliere una chiodatura (per esempio, perchè mal riuscita e da rifare), si taglia una delle teste con lo scalpello (teste tonde) o la si elimina col trapano (teste annegate). La parte rimanente del chiodo può poi essere espulsa con un punteruolo (fig. **829**).

Le chiodature sono molto piú solide delle saldature e meno costose dei collegamenti a bulloni. Per metalli difficilmente saldabili (alluminio) esse rappresentano di gran lunga il mezzo piú semplice di unione di elementi piani. La solidità dell'insieme dipende evidentemente dal numero dei chiodi: per unire indissolubilmente due lamiere si applicano chiodi a distanze ravvicinate (fig. **830**).

Qualche difficoltà — inerente alla necessità di disporre di un piano d'appoggio sagomato — nasce quando si tratta di inchiodare superfici curve. Possiamo aiutarci con un pezzo di ferro tondo o di tubo spesso, che fissiamo solidamente nella morsa, e che serve per appoggiare i due bordi sia per la foratura (un foro alla volta, praticato nelle due lamiere insieme) che per la ribaditura (fig. **831**). È opportuno fare i fori uno alla volta perché se facessimo tutta la serie dei fori insieme, nella successiva chiodatura ogni minimo spostamento, sempre possibile trattandosi di un lavoro non di precisione, annullerebbe la corrispondenza di essi.

Spesso si presenta la necessità di unire solidalmente un elemento tondo (perno, manovella, ecc.) con uno piatto (fig. **832**). Anche in questo caso la ribaditura dà un collegamento ottimo; la filettatura offrirebbe il vantaggio di rendere l'unione non definitiva, ma sarebbe molto piú laboriosa. Si riduce il diametro del perno **1** di 0,5-1 mm con la lima (fig. **832**), per una lunghezza (**1 a**) che superi di 1 mm circa lo spessore del pezzo piano **2**. Il foro nel pezzo **2** deve avere lo stesso diametro della parte cosí ristretta del perno. Introdotto quest'ultimo nel foro con qualche prudente martellata, se ne ribadisce la parte sporgente (fig. **833**).

Fig. 829 a. Taglio della testa di ribaditura.

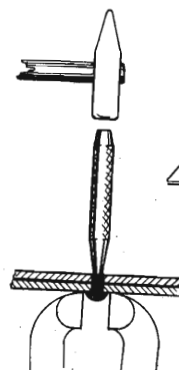



Fig. 829 b. Espulsione del chiodo.

Fig. 830. Chiodatura in linea.

Fig. 831. Chiodatura di superficie curva.

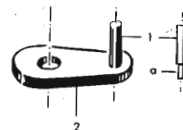



Fig. 832. Perno di manovella ribadito.

Fig. 833. La parte sporgente del perno è ribadita.

Saldare.

Generalmente praticheremo soltanto la saldatura a stagno, perché gli altri metodi di saldatura richiedono temperature troppo alte e con ciò l'uso di attrezzature piú impegnative (lampada per saldare, soffieria e fucina a carbonella, saldatore a cannello, ecc.). Per la saldatura a stagno è invece sufficiente il saldatore di rame, che può essere « a fuoco », cioè riscaldabile sulla fiamma libera (questo tipo si raffredda però rapidamente e deve essere continuamente riportato alla temperatura di lavoro; inoltre è poco duraturo, perché il rame « invecchia » in seguito ai continui sbalzi termici) o può essere elettrico, molto piú pratico e disponibile in vari modelli.

Lo « stagno » usato per la saldatura è in realtà una lega di stagno e piombo a titolo di stagno variabile dal 40 al 60%, disponibile in forma di filo o di verghe. Per rendere lucida la testa del saldatore si usa una « pietra » (cloruro d'ammonio) e, per facilitare la fusione e proteggere le superfici calde dall'ossidazione, delle paste speciali. Per saldare il ferro si usa anche un liquido acido (soluzione di cloruro di zinco); in questo caso si deve badare a pulire poi bene le parti saldate con acqua, per eliminare i resti di acido che intaccherebbero il ferro.

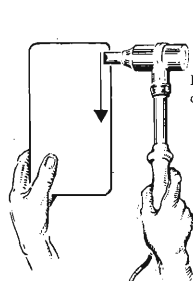



Fig. 834. Stagnatura di un bordo da saldare.

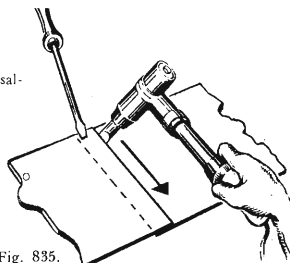
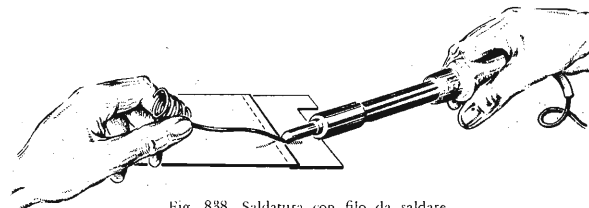



Fig. 835. Saldatura a stagno di due lamiere.

Per saldare si procede come segue: i punti da saldare vengono resi puliti e lucidi con tela smeriglio e — se unti — con petrolio, perché il metallo d'apporto possa fare buona presa. Punti isolati possono essere resi puliti con un temperino; in questo caso non occorre piú sgrassare, ma bisogna stare attenti a non toccare piú i punti da saldare con le dita. Intanto abbiamo attaccato il saldatore elettrico e lo proviamo sulla pietra: quando la temperatura giusta è raggiunta, esso provoca un leggero sibilo. Fissiamo i pezzi da saldare nella loro posizione definitiva, copriamo le superfici lucide con un po' di pasta da saldare, con l'aiuto di un pennellino. Puliamo la testa del saldatore con la pietra, strofinandola leggermente contro, ed avviciniamo una verga di stagno: con la prima goccia fusa la testa del saldatore si ricopre di un sottile strato di stagno (è sufficiente che ciò avvenga nelle vicinanze dello spigolo conico). Facciamo fondere un'altra goccia e la portiamo sul punto di saldatura: la pasta evapora e lo stagno che cola viene distribuito, col saldatore, in modo da chiudere la fessura e da formare una piccola rigonfiatura regolare. Lasciamo poi raffreddare senza muovere i pezzi, ed infine togliamo i resti di pasta con uno straccetto.

Per saldare insieme lamiere, si procede un po' diversamente, stagnando in un primo tempo le superfici che dovranno rimanere a contatto. Lo stagno già apportato fonderà poi facilmente quando uniremo i due pezzi e scalderemo le parti a contatto col saldatore. Come già descritto, si pulisce la parte, si spalma un po' di pasta; poi, tenendo la lamiera un po' inclinata, si porta — con la punta del saldatore — una goccia di stagno nel punto piú alto. Accompagnandola col saldatore, essa cola lentamente verso il basso, aiutato dall'inclinazione data alla lamiera. In questa maniera si stagnano le due superfici da saldare insieme (fig. **834**). Uniamo con leggera pressione le due lamiere nella posizione definitiva, aggiungiamo altro stagno con l'aiuto del saldatore e passiamo lentamente

Fig. 836. Congiunzione d'angolo.

Fig. 837. Congiunzione di fili metallici.

Fig. 838. Saldatura con filo da saldare.

lungo la linea di saldatura, premendo nel contempo le due lamiere con l'aiuto di un cacciavite (fig. **835**). Lo stagno che già ricopre le lamiere fonde nuovamente e forma corpo unico, mentre lo stagno del saldatore cola nella fessura chiudendo gli eventuali pori rimasti.

Perché una saldatura sia solida è necessario che sia estesa. Le figure **836** e **837** mostrano come si può aumentare la superficie di contatto tra due parti da saldare, nel caso di lamiere e di fili.

Per saldature di piccola entità si possono usare anche le preparazioni in commercio, che combinano stagno e pasta da saldare. Si procede come già descritto, pulendo le pareti da saldare, apportando il materiale e riscaldando col saldatore; la pasta evapora ed il metallo fonde con facilità. Analogamente si usa il filo da saldare, dove la pasta è contenuta nell'interno stesso del filo: si preme il filo col saldatore direttamente sul punto da saldare (fig. **838**).

Quali metalli sono suscettibili di essere saldati? I piú adatti sono il rame e l'ottone, poi il ferro (anche acciaioso, ma non temperato) e lo zinco. Per quest'ultimo materiale si usa, come fondente, acido muriatico diluito. Piú difficile da saldare è il piombo, per la sua bassa temperatura di fusione (talvolta il metallo cola insieme con lo stagno) e la rapidità con la quale questo metallo, dopo pulito, si ricopre di uno strato di ossido. Non saldabili, coi mezzi descritti, sono l'acciaio temperato e l'alluminio; le molle d'orologio (acciaio « azzurro ») possono invece essere saldate con l'aiuto di acido, dopo aver tolto lo strato superficiale azzurro.

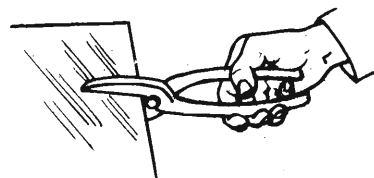



Fig. 839. Posizione corretta della cesoia.

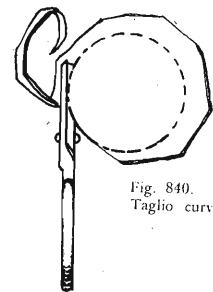



Fig. 840. Taglio curvo.

Come tagliare la lamiera.

Per il taglio delle lamiere fino ad 1 mm di spessore, materiale che si adopera molto spesso in diversi lavori, occorre una cesoia da lattoniere. Le forbici comuni, talvolta usate allo scopo, perdono subito il filo e danno tagli irregolari. La cesoia viene tenuta perpendicolarmente rispetto alla lamiera; una posizione obliqua

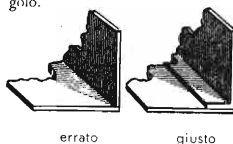
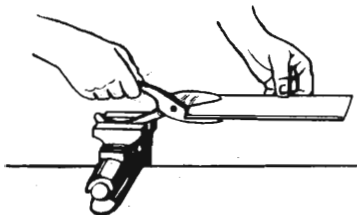



Fig. 841. La cesoia fissata in morsa richiede uno sforzo minore.

torce la lamiera che tende ad infilarsi tra le due lame. Durante l'operazione di taglio, un dito (indice o mignolo) resta tra i due bracci per poterli divaricare nuovamente (fig. **839**). La parte della lamiera a sinistra del taglio deve trovarsi sotto la lama, quella a destra sopra; alcuni modelli di cesoie danno tagli piani.

Per tagliare una striscia da una lamiera, si tiene il pezzo in modo che la striscia si trovi a destra. Viceversa, nel caso di tagli curvilinei si tiene il pezzo — prima squadrato approssimativamente nella forma voluta — in modo che la striscia sia a sinistra, lasciando cosí visibile il contorno esatto da seguire (fig. **840**).

Si tenga presente che la cesoia non deve mai essere chiusa totalmente durante il taglio, perché le sue punte lascerebbero il segno nella lamiera. Per tagliare grandi aperture occorre una cesoia speciale con lame piú curve ed appuntite. Si tratta di un attrezzo non indispensabile, perché simili aperture possono essere fatte anche con scalpello e lima o con la sega da traforo.

La cesoia permette il taglio di lamiere fino a 0,7 mm di spessore, senza fatica alcuna; con qualche sforzo si possono tagliare anche lamiere di spessore superiore, fino ad 1 mm circa. Lo sforzo è minore se fissiamo uno dei bracci della cesoia nella morsa (fig. **841**).

Attenzione al pericolo di ferite: la cesoia può dare luogo a contusioni quando non è adoperata a regola d'arte, in quanto una sua brusca chiusura può imprigionare parte del palmo tra i bracci. Lungo il taglio si formano trucioli sottili ma taglientissimi, che possono causare lacerazioni della pelle; perciò i bordi devono essere sempre spianati subito con l'aiuto di una lima.

Curvare.

Di fronte al legno, il metallo presenta anche il vantaggio di poter essere curvato ed anche angolato, spesso a freddo, purché il suo spessore non sia troppo grande. In particolare possiamo curvare ferro, rame, ottone ed alluminio, questi ultimi tre metalli dopo « ricottura ».

Il ferro può essere curvato con facilità, mentre l'acciaio deve essere prima stemperato. Anche rame, ottone ed alluminio si spezzano se tentiamo di curvarli allo stato crudo, mentre dopo la « ricottura » essi si piegano con facilità.

Piegare profilati semplici: per piegare ad angoli netti profilati semplici, essi devono essere montati in morsa (tra due angoli di ferro a salvaguardia delle ganasce). Col martello si piega il ferro nella forma voluta, per esempio ad angolo retto (fig. **842**), ad « U » (una prima volta ad angolo retto, poi, con l'aiuto

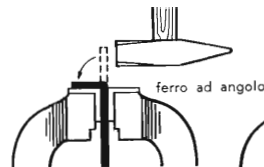



Fig. 842. Curvatura di tondo ad angolo retto.

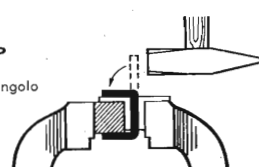



Fig. 843. Curvatura di tondo ad « U ».

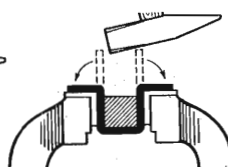



Fig. 844. Curvatura di tondo a cavallotto.

di un profilato a sezione quadra, un'altra volta ad angolo retto: fig. **843**), in forma di cavallotto (derivato da un ferro piegato ad « U »: fig. **844**).

Curvare tubi: i tubi non possono essere curvati senza accorgimenti speciali perché tendono a deformarsi (schiacciarsi) nel punto di curvatura. Per evitare questo inconveniente, si può inserire una spirale d'acciaio (leggermente ingrassata) nell'interno del tubo, purché essa lo riempia perfettamente. Fissato il tubo in morsa tra due tavolette di legno duro per non graffiarlo, e rinforzata la parte sporgente con un tondo di ferro sporgente, di misura adatta, si procede cautamente alla curvatura, estraendo poi la spirale con moto rotatorio come se fosse una vite. Normalmente si usa riempire il tubo di sabbia o di colofonia fusa prima di curvarlo; le aperture sono in questo caso chiuse con tappi di legno. Dopo la curvatura, si vuota il tubo dalla sabbia o — riscaldandolo sopra la fiamma — dalla colofonia.

I tubi di ottone o di rame devono essere ricotti prima della curvatura.

Curvare e piegare lamiere: la curvatura della lamiera, per esempio per la costruzione di cilindri o di tubi, avviene con l'aiuto di un'anima metallica che evita che il materiale si pieghi. Possiamo servirci, a seconda del diametro desiderato, di scatole rotonde di metallo, di tubi di ferro o di ferri tondi, fissati nella morsa unitamente alla lamiera (fig. **846**). Con un martello o meglio con una mazzetta di legno si fa aderire la lamiera all'anima per un piccolo tratto, poi si aggiusta la posizione nella morsa, in modo che la parte già curvata sia sempre compresa nella morsa. Si procede cosí finché i bordi vengano a sovrapporsi; è essenziale che la curvatura prosegua fino al bordo, perché in caso contrario saldatura o chiodatura incontrerebbero notevoli difficoltà (fig. **847**).

Per piegare ad angolo retto una lamiera, la fissiamo tra due angoli di ferro nella morsa. Anche qui usiamo di preferenza la mazza di legno (fig. **848**).

Curvare e piegare fili: La pinza (fig. **849**) e la pinza a becchi tondi (fig. **850**) permettono di dare ai fili qualsiasi piegatura, anche a raggio stretto e strettissimo (occhielli). Per curvare il filo d'acciaio a spirale (molle di pressione o di tensione) conviene fabbricarsi un piccolo dispositivo apposito (fig. **851**). Esso consiste in un blocchetto di legno duro 3 × 6 × 8 cm, nel quale pratichiamo alcuni fori

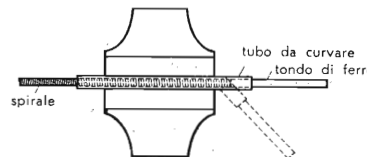



Fig. 845. Curvatura di tubo con spirale di rinforzo.

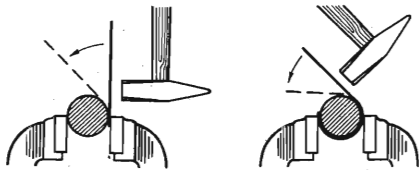



Fig. 846. Curvatura di lamiera con l'uso di anima di ferro.

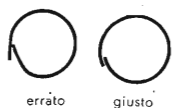



Fig. 847. La curvatura deve arrivare fino ai bordi, per permettere l'aderenza di essi.

errato giusto

Fig. 848. Piegatura di lamiera ad angolo retto.

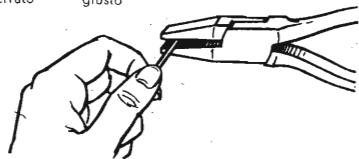



Fig. 849. Piegatura di filo di ferro con la pinza.

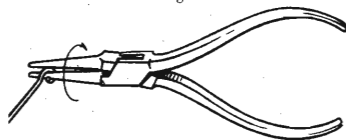



Fig. 850. L'occhiello si fa con l'uso della pinza a becchi tondi.

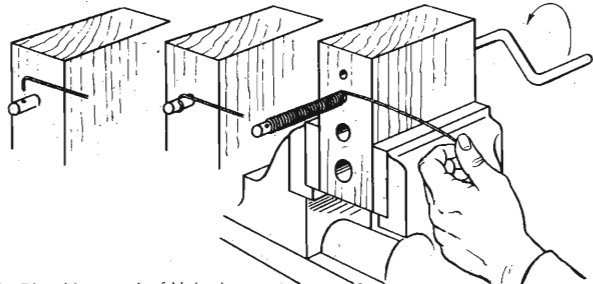



Fig. 851. Dispositivo per la fabbricazione di spirali.

Fig. 852. Le molle di trazione terminano in occhielli.

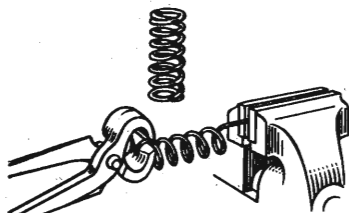



Fig. 853. Le molle di pressione sono spirali allungate.

di diametro diverso, per esempio con ⌀ 2,5, 3,5, 5 e 7 mm. Per ogni foro prepariamo una manovella su misura, forata in estremità con punta 1 mm. Per fare una spirale, fissiamo il blocco nella morsa ed inseriamo una delle manovelle, secondo le dimensioni desiderate della spirale; nel suo foro infiliamo un filo elastico (« armonico ») e ne pieghiamo il capo ad uncino, con la pinza. Tiriamo la manovella verso destra, tendiamo con la sinistra il filo armonico e giriamo lentamente la manovella con la destra, nel senso delle lancette dell'orologio (fig. **851**). La parete frontale del blocchetto costringe il filo ad adagiarsi strettamente contro la spira precedente, tirando la manovella lentamente verso sinistra. Infine la manovella toccherà a destra il blocchetto; lasciandola libera, essa farà qualche giro nel senso opposto, grazie alla tensione del filo attorno ad essa. Togliamo col punteruolo il gancio dal foro dell'alberino, sfiliamo la spirale e tagliamo con la tenaglia i capi liberi. Nelle molle di tensione, l'ultima spira di ogni estremità viene drizzata con la pinza per formare l'occhiello di attacco (figura **852**); nelle molle di pressione invece, che vengono prima allargate un poco (fig. **853**), essa viene abbassata fino a congiungersi con la precedente.

Oltre che di filo armonico, le spirali possono essere fatte anche di filo di ottone crudo.

Affilare.

Le lame degli utensili perdono col tempo il loro filo. Per renderle di nuovo taglienti, le affiliamo per mezzo dell'affilatrice, sia sul bordo, sia sul piano della mola, ma comunque tenendo il ferro contro la direzione del moto, per evitare la formazione di un bordo. La lama deve appoggiare con lo smusso intero sulla mola, perché altrimenti o si cambierebbe l'angolo di inclinazione del filo o lo smusso stesso risulterebbe curvo o sfaccettato. Nell'affilatura deve essere tenuto presente che il metallo, riscaldandosi, perde la tempera; perciò raffreddiamo la lama ogni tanto in un recipiente di acqua fredda. Il filo « fino » si rende alla lama facendola passare alcune volte sopra una pietra speciale abrasiva, leggermente inumidita con olio. Anche qui lo smusso deve appoggiare pienamente sulla pietra; il movimento viene fatto secondo cerchi eccentrici (fig. **854**).

Fig. 854. L'ultimo filo alla lama è dato dalla cote.

Beninteso, in molti casi basta solo l'affilatura sulla pietra; all'affilatrice si ricorre soltanto ogni tanto ed in particolare quando il filo risulta intaccato in seguito ad incauto uso dell'attrezzo.

Con la mola possono essere affilati anche bulini, punteruoli ed altre punte. Punte elicoidali, seghe e cesoie possono essere affilate soltanto da persone molto pratiche.

L'affilatrice può servire anche come smerigliatrice, per la lavorazione di pezzi grossi ed in particolare di quelli di acciaio temperato, che la lima non scalfirebbe. È invece sconsigliabile usarla per metalli dolci (rame, alluminio, ottone, zinco) anche se crudi, perché i medesimi si riscaldano subito, si ricuociono ed impastano il disco di carborundum.

Fig. 855. Saldatura di un tubo perfettamente cilindrico: *a*) i bordi a contatti sono smussati con la lima quadra, *b*) sezione della linea di saldatura, *c*) id. dopo l'apporto dello stagno, *d*) id. dopo rifinitura a lima.

Costruzione di tubi e montature per lenti.

Per gli strumenti ottici servono tubi di vario diametro esattamente incastrabili l'uno nell'altro. In commercio non sono sempre disponibili tubi metallici che obbediscano a questa condizione; perciò ci si serve generalmente di tubi di cartone, che si possono fare con facilità arrotolando attorno a un'anima di legno o di metallo delle strisce di cartone imbevute di colla. Naturalmente i tubi di cartone non sono molto solidi; in particolare risentono del caldo e dell'umidità. Anche dal lato estetico essi lasciano alquanto a desiderare.

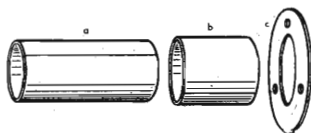



Fig. 856. Le parti della montatura.

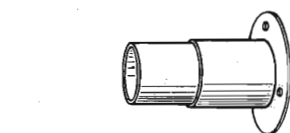



Fig. 857. La montatura finita, con angia saldata.

La costruzione di tubi di lamiera non offre le difficoltà che spesso si temono; questi tubi, poi, sono molto piú facilmente impiegabili dei tubi di cartone, perché possono essere saldati, flangiati ecc. (v. tav. XVII e fig. **857**).

Contrariamente a quanto indicato in linea generale per saldature, questi tubi non devono essere saldati facendo superare un bordo dall'altro (fig. **847**), ma con i bordi combacianti di punta (fig. **855**), per non creare un ingrossamento che pregiudicherebbe la cilindricità. Per questi usi, infatti, la cilindricità è piú importante della solidità, tanto piú che i tubi porta-obiettivi sono protetti dai tubi-guida ed i tubi-guida dalla flangia.

Come materiale usiamo lamiera di zinco 0,6-0,8 mm, facilmente lavorabile e saldabile. Tagliamo la lamiera secondo la lunghezza e il diametro esterno desiderato, la curviamo con l'aiuto di un'anima adatta e leghiamo il cilindro con un filo di ferro perché i bordi combacino perfettamente e non possano spostarsi (fig. **a**). Poggiamo poi il cilindro su un'assicella con la fessura in basso e con la lima a sezione quadra sagomiamo quest'ultima per formare un canalino (fig. **b-d**, molto ingrandito). Riempiamo il canalino con molto stagno, e procediamo ana-

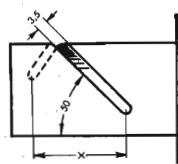



Fig. 858 a. Taglio obliquo per montatura registrabile.

Fig. 858 b. Il tubo-guida finito.

Fig. 859. Applicazione del perno al tubo porta-obiettivo.

Fig. 860. La montatura registrabile finita.

logamente dalla parte esterna (fig. **c**). Infine togliamo con la lima lo stagno in eccedenza, in modo che il rigonfiamento nel tubo sia trascurabile da una parte e dall'altra (fig. **d**).

Analogamente si costruisce il tubo-guida **b**, di lunghezza corrispondente a circa 2/3 del tubo porta-obiettivo. Dato che il rigonfiamento esterno dovuto allo stagno della saldatura qui non disturba, non lo eliminiamo. Tagliamo poi, da lamiera un po' piú spessa, un anello **c** (fig. **856**) esattamente su misura, e lo saldiamo al tubo (fig. **857**). L'anello deve avere il diametro esterno maggiore di 18-25 mm di quello del tubo **b** ed ha tre fori spostati di 120°, per avvitarlo.

Le figure **858-860** illustrano la costruzione di una montatura registrabile. Essa si distingue dalla precedente avendo il tubo-guida un po' piú lungo e provvisto di un taglio obliquo largo 3,5 mm circa, che penetra fino a metà della sezione (fig. **858 a**). Per praticare questo taglio, inseriamo nel tubo un'anima di legno di misura precisa ed usiamo la sega da traforo. Dall'inclinazione del taglio rispetto all'asse del tubo dipende la misura x, ossia la corsa dell'obiettivo; essa non deve però essere inferiore ai 50° circa. Le estremità del taglio vengono arrotondate con una lima ad ago ed i suoi bordi puliti dalle bave con una lima piana.

Nel tubo porta-obiettivo saldiamo a metà della parete interna una lastrina sagomata 5×5×1 mm di ottone, per rinforzo. Foriamo la parete in questo punto (ø 2 mm) e filettiamo il foro con filetto 2,6 mm. Filettiamo poi col medesimo filetto, ma misurato all'esterno, un perno lungo 15 mm e di diametro 2,6-2,8 mm (fig. **859**). Dopo aver inserito il tubo porta-obiettivo nel tubo-guida, avvitiamo il perno nella sua sede. Muovendolo entro la fessura, l'obiettivo si sposta e può essere regolato con grande esattezza (fig. **860**), purché i tubi siano stati fatti con precisione e il movimento si possa effettuare, perciò, senza attrito. Il tubo-guida, cioè, deve essere abbondante piuttosto che troppo stretto.

Per evitare la fuoruscita di raggi luminosi tra i due tubi, saldiamo sul bordo del tubo porta-obiettivo un anello di filo a sezione quadra di lato 3 mm (fig. **860**).

I tubi lavorano particolarmente bene e senza attrito se le pareti a contatto sono ricoperte di carta. Con questo accorgimento può essere anche corretto un eventuale gioco eccessivo tra i due tubi. La fessura nel tubo esterno viene riaperta con l'aiuto di una lametta da barba.

Il materiale e le sue forme commerciali.

Nel progettare un oggetto metallico bisogna tener presente in quali forme il materiale è già disponibile in commercio. Sarebbe infatti assurdo piegare lamiere in tubi, saldare piattine ad angolo retto o portare a sezione quadra un ferro tondo, quando nel primo negozio di ferramenta possiamo trovare tubi, ferri ad angolo e profilati a sezione quadra in tutte le misure. Elenchiamo qui di seguito i materiali principali e le loro misure, per quanto possono essere d'interesse per noi:

Lamiere:

— lamiera nera, in tavole da 1×2 m, spessori vari da 0,5 mm in su;
— lamiera stagnata (banda stagnata), in tavole da 76×53 cm, spessori da 0,15 a 1 mm; facilmente saldabile. Non arrugginisce all'aria;
— lamiera zincata, in tavole da 1×2 m, spessori 0,63 e 0,75 mm; non arrugginisce. Adatta per recipienti d'acqua;
— lastra di zinco, in tavole da 1×2 m, spessori vari fino a 1 mm. Adatta per recipienti d'acqua di tutti i tipi;
— lastra di ottone, cotto, semicotto, crudo, in vari formati, spessori vari da 0,1 mm; facilmente saldabile. Il tipo cotto si presta ai lavori di bulino;
— lastra di rame, cotto, semicotto, crudo, in vari formati, spessori vari da 0,1 mm; buon conduttore del calore, facilmente saldabile. Il tipo cotto si presta ai lavori di bulino. Non adatta per recipienti od oggetti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari (formazione di ossido velenoso);
— lastra di alluminio, cotto, semicotto, crudo, in tavole da 1×2 m, spessori vari da 0,1 mm; facile a lavorare, leggera; può essere levigata a specchio ed è perciò adatta anche per riflettori. Non può essere saldata. Resistente alle intemperie.

Profilati:

Fig. **861**: *piatto* (**a**) in ferro, ottone, rame, alluminio, sezioni varie da 2×10 mm in su; *tondo* (**g**) in ferro e ottone da ⌀ 2 mm in su, in rame ed alluminio da ⌀ 5 mm in su. I diametri inferiori vanno sotto il nome di « fili » ed esistono nei tipi « cotto » (flessibile) e « crudo » (elastico); *sagomato* (**b-f**) in ferro da 2×12×12 mm in su, **b**, **d**, **e** in ottone, **b** in alluminio, in varie dimensioni; *quadro* (**h**) in ferro, ottone e rame da 4 mm di lato in su, e come fili da 1 mm in su.

Tubi:

disponibili in ferro (da 1 mm di spessore e 10 mm di diametro in su), in rame (da 1 mm di spessore e 4 mm di diametro in su), in alluminio e in ottone (da 0,2 mm di spessore e 3 mm di diametro in su).

Generalmente i negozi di ferramenta non dispongono di tutte le forme e misure indicate, ma soltanto di quelle piú usuali. D'altra parte le ordinazioni per tipi non disponibili saranno accettate soltanto per quantitativi che supereranno di gran lunga il nostro fabbisogno. Perciò faremo bene a considerare, prima della costruzione, se possiamo disporre dei materiali indicati nel progetto, ed eventualmente a ricorrere a soluzioni di ripiego. Spesso conviene anche tenere presente la questione del costo: per esempio, ottone, rame ed alluminio costano circa tre volte di piú del ferro; è vero però che l'alluminio pesa solo un terzo degli altri materiali indicati. Generalmente parlando, il materiale piú economico ed anche piú resistente meccanicamente è il ferro.

Un elenco di tutte le minuterie metalliche disponibili in commercio porterebbe troppo lontano; esistono centinaia e centinaia di tipi di cerniere, occhielli,

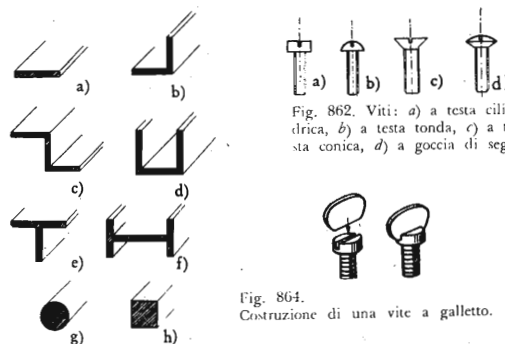



Fig. 861. I profili principali.

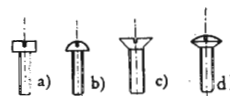



Fig. 862. Viti: *a*) a testa cilindrica, *b*) a testa tonda, *c*) a testa conica, *d*) a goccia di sego.

Fig. 863 a. Vite a testa zigrinata.

Fig. 863 b. Vite a testa esagonale (bullone).

Fig. 864. Costruzione di una vite a galletto.

Fig. 865. Dado esagonale e dado a galletto.

ganci, angoli, coppiglie ecc. Ai principianti consigliamo di sfogliare con attenzione il catalogo di un grossista del ramo. Vogliamo tuttavia illustrare ancora un gruppo importante di elementi di costruzione, e precisamente le viti per metallo e i bulloni. A seconda della forma della testa possiamo distinguere (figura **862**): viti a testa cilindrica (piana), sferica (tonda), conica e a goccia di sego. Tutte queste viti hanno la testa attraversata dalla fessura per il cacciavite. Esistono inoltre viti a testa zigrinata (fig. **863 a**), per l'azionamento a mano, ed a testa esagonale (fig. **863 b**) da stringersi con la chiave inglese. Quest'ultimo tipo si chiama anche « bullone ». Le viti a galletto (fig. **864**) non si trovano molto facilmente; se ne abbiamo bisogno, possiamo saldare una lastrina sagomata nel taglio, un po' approfondito con la sega, di una vite comune. I dadi esagonali e i dadi a galletto (fig. **865**) sono disponibili in molte misure.

Tutte queste viti si trovano in ferro e in ottone, alcune anche in ferro temperato e in alluminio. Talvolta ci occorrono tondi filettati in misure differenti, per diametro o lunghezza, da quelli normalmente disponibili; in questi casi dobbiamo tagliare il filetto necessario su un tondo di lunghezza adeguata, ed eventualmente fabbricare da noi anche i dadi necessari. Tondi filettati nei passi usuali possono anche essere acquistati in alcuni negozi specializzati.

Temperare e stemperare.

Come abbiamo già accennato piú volte, l'acciaio temperato non potrebbe essere lavorato con gli attrezzi usuali (sega, trapano, lima), e deve essere perciò stemperato prima. Ottone, rame e alluminio non possono essere piegati ad angolo se non dopo cottura. Dopo la lavorazione, di solito occorre rendere al materiale la durezza originaria (ritemperare o rincrudire). Questi procedimenti acquistano particolare importanza se vogliamo modificare degli attrezzi in nostro possesso, o se vogliamo trasformare l'acciaio in barre, che si trova in commercio, in utensili speciali.

Acciaio: per stemperare l'acciaio lo portiamo al calore rosso chiaro con l'aiuto di un becco a gas o di una fucina e poi lo lasciamo raffreddare lentamente, per esempio in un letto di sabbia calda. Per temperarlo, occorre ugualmente portarlo al rosso chiaro e poi raffreddarlo repentinamente, per esempio immergendolo in acqua fredda. Questo processo di tempera porta tuttavia ad una durezza eccessiva, accompagnata da una notevole fragilità; si fa perciò « rinve-

nire » il metallo, riscaldandolo nuovamente nella fiamma dopo averne tolto lo strato superficiale di ossido con carta smeriglio. Nel riscaldamento, l'acciaio passa successivamente attraverso diverse fasi di ossidazione che si manifestano con variazioni di colore, e precisamente dal giallo chiaro passa al giallo brunastro, al bruno rossastro, al rosso porpora, al viola, all'azzurro scuro, all'azzurro chiaro ed infine al grigio. Nella tabella che segue è indicato il colore che deve essere raggiunto per i vari tipi d'impiego:

Colore di rinvenimento	*Utensile*
giallo chiaro	punta per tracciare, trapano
giallo brunastro	bulino
bruno rossastro-rosso porpora	cacciavite, utensili per la lavorazione del legno
viola-azzurro scuro	scalpello, molla

Non appena il colore desiderato è raggiunto, si raffredda il pezzo in acqua fredda (non gettarlo, ma tenerlo con la pinza e muoverlo nell'acqua).

Ottone: l'ottone duro (« crudo ») e semicrudo diventa malleabile se riscaldato a 450-500° e poi raffreddato con acqua. Viceversa, l'ottone ricotto si tempera portandolo al rosso e lasciandolo poi raffreddare lentamente. L'ottone ricotto rincrudisce anche semplicemente martellandolo o lavorandolo in altra maniera. Lo stesso vale per il rame.

Alluminio: l'alluminio duro diventa piú malleabile dopo essere stato riscaldato a 400-450° (attenzione! questo metallo fonde già a 650°).

Fondere.

Il piombo, lo stagno e lo zinco fondono a temperature molto basse che possono essere fornite da una comune stufa a carbone o coke e — per piccole quantità — perfino da una fiamma a gas. Possiamo perciò utilizzare questi metalli per farne pezzi di fusione vari, per esempio pesi da incorporare nei piedistalli allo scopo di aumentarne la stabilità, volani e pulegge di piccolo diametro, parti per i modellini di treni, ecc.

Il materiale di fusione può essere ricuperato da lastre di accumulatori, ritagli di tubi di piombo, figure di piombo ecc.; i tubetti di dentifrici e le carte da cioccolato dette « stagnole » sono invece di alluminio e non di stagno, e tentando di fondere questo materiale esso si incenerisce.

Per fondere il metallo si usa un crogiolo con manico, che è disponibile in commercio. In mancanza di esso, basta anche un comune barattolo da conserva, purché il fondo ed il corpo siano non solo saldati ma anche aggraffati. Fissiamo in due fori un manico piegato di robusto filo di ferro e, vicino al fondo, un anello di filo di ferro con un occhiello (fig. **866**); riduciamo con la pinza una

Fig. 866. Recipiente elementare per fusione.

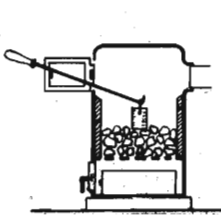



Fig. **867**. Cosí il recipiente viene introdotto nella stufa.

Fig. 868. La colata si fa con l'aiuto di due ganci di ferro.

Fig. 869. Stampo a doppia conchiglia in gesso.

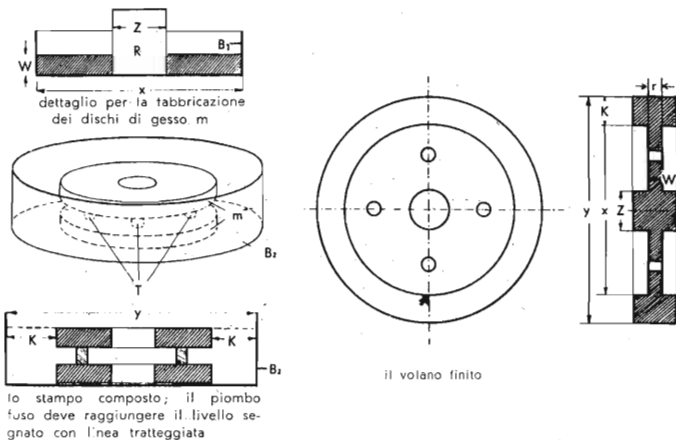
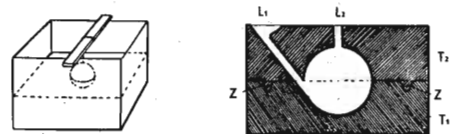



Fig. 870. Costruzione di uno stampo per volano. A destra, prospetto e sezione del volano.

parte del bordo superiore a becco, per facilitare l'uscita del materiale fuso. Riempiamo il barattolo di pezzi di piombo e — con l'attizzatoio — lo poniamo sulla brace della stufa, chiudendo il portello (fig. **867**). Quando tutto il piombo è fuso, ritiriamo il barattolo con cautela dalla stufa e togliamo dalla superficie fusa, con un vecchio cucchiaio, le scorie di fusione. Tenendo il barattolo con due robusti ganci di ferro ed inclinandolo lentamente, possiamo versare il metallo fuso direttamente nello stampo (fig. **868**).

Gli stampi piú semplici ed economici sono fatti di gesso. Facciamo dell'oggetto da riprodurre un calco di gesso, utilizzando un modello di legno od anche un esemplare dell'oggetto stesso, come nel caso illustrato nella figura **869**, dove per il calco di una sfera si usa una pallina sospesa ad un filo, a circa 1 cm dal fondo. La pallina deve essere ingrassata per impedire la presa del gesso sulla sua superficie. Esternamente, il calco è delimitato da una scatola di cartone. Riempiamo questa scatola di impasto di gesso finché la sfera non è immersa esattamente a metà; lasciamo riposare finché il gesso è completamente indurito. Pratichiamo nella superficie alcuni fori conici **Z**, ingrassiamo bene tutto il piano e i fori, e versiamo un'altra porzione di impasto di gesso fino a sommergere com-

pletamente la pallina con uno strato di 1 cm sopra il punto piú alto. Lasciamo asciugare ancora, togliamo le pareti di cartone e stacchiamo i due pezzi del calco $\mathbf{T}_1$ e $\mathbf{T}_2$.

Togliamo la pallina che è servita da modello, richiudiamo lo stampo (i fori **Z** ed i corrispondenti perni assicurano la perfetta corrispondenza delle due metà) e pratichiamo due fori: $\mathbf{L}_1$ per la carica, terminante piú in basso possibile, nella cavità dello stampo, e dalla bocca leggermente svasata, e $\mathbf{L}_2$ per l'uscita dell'aria.

Durante la colata, lo stampo deve essere caricato di pesi per impedire l'entrata di metallo fuso nello spazio tra le due metà.

Analogamente a quanto descritto, si può fondere un volano; anche in questo caso si può fare a meno del modello in legno (fig. **870**).

Attenzione: gli stampi in gesso devono essere perfettamente asciutti; altrimenti il metallo fuso provoca la formazione di vapore acqueo che dà luogo a spruzzi di metallo fuso e può anche far saltare la forma stessa.

XV. GESSO, CEMENTO, VETRO E POLIESTERE

Oltre a cartone, legno e metalli, qualche volta incontriamo anche altri materiali che ci servono per riempire, fissare o legare certi elementi, o per altri usi. Diamo qui qualche cenno su alcuni di questi materiali.

Gesso

Possiamo distinguere tre tipi di gesso: il gesso idraulico, a presa lentissima ma che raggiunge una durezza estrema; il gesso da murare, a presa piú rapida ma con durezza minore; infine il gesso a presa rapida o da stucco, bianchissimo, ma poco duro. Per i nostri scopi ci servono i due ultimi tipi.

Per impastare il gesso, usiamo una vecchia palla di gomma tagliata in due, dalla quale i resti induriti si staccano facilmente; per quantità maggiori, usiamo recipienti di vetro o di metallo che devono poi essere puliti prima che il gesso non adoperato sia indurito. Versiamo un volume d'acqua corrispondente al volume di gesso che vogliamo preparare, e aggiungiamo, poco alla volta, la polvere di gesso, sbriciolando con la mano i grumi che si fossero formati nella polvere. La polvere s'imbeve di acqua ed affonda; ad un certo punto l'acqua non ne accetta piú e la polvere resta asciutta in superficie. Lasciamo allora l'impasto a riposo per mezzo minuto, poi lo lavoriamo a fondo con una spatola di legno. Conviene usarlo al piú presto possibile, perché il processo di presa inizia subito. All'impasto si possono aggiungere polvere di allume di rocca o di silicato, per aumentare la durezza della massa.

Il gesso è adattissimo per la costruzione di elementi a corredo dei trenini, per esempio di viadotti, pilastri per ponti sospesi, edifici, zoccoli e basamenti, portali di galleria ecc. Dato che il materiale può essere facilmente lavorato, il getto può essere fatto in forme lisce e semplici. Costruzioni di dimensioni maggiori non vengono gettate in un unico pezzo, ma composte di lastre in cui le aperture per finestre, porte ecc., si ritagliano facilmente col seghetto, se non le abbiamo già previste inserendo nella forma, in posizione adatta, blocchetti di legno di dimensioni adeguate.

Il gesso non attacca particolarmente bene sul legno, tuttavia conviene ingrassare o paraffinare leggermente le pareti della forma. Se invece vogliamo fissare dei blocchetti all'interno delle lastre di gesso, ad esempio per fissarvi in seguito delle viti, conviene pulire bene il legno e renderlo ruvido con la raspa, oltreché sagomarlo in modo che la parte incastrata sia piú larga di quella che affiora in superficie. Anche le viti di metallo possono essere fissate nell'interno delle lastre, in modo che sulla parte cilindrica sporgente si possano poi avvitare mediante un dado elementi di legno o di metallo (fig. **871**).

Non occorre spiegare come, col gesso, si chiuda un buco nel muro o si fissi un gancio. I ganci fissati col gesso non possono essere caricati molto; per attac-

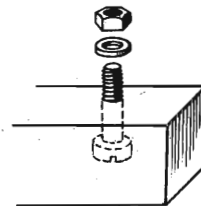
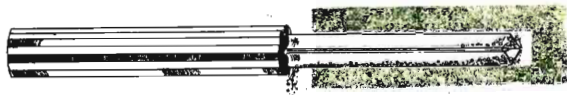



Fig. 871. Bullone prigioniero.

Fig. 872.

Preparazione del foro nel muro.

Introduzione del tassello.

Inserimento del gancio.

Avvitamento del gancio.

care quadri od altri oggetti piú pesanti conviene usare i *ganci ad espansione*, costituiti da un tubetto di metallo tagliato piú volte per il lungo e riempito di un materiale fibroso. Per fissarlo nel muro, si fa prima un foro col punteruolo apposito, al quale, prima di ogni colpo di martello, si impartisce un piccolo movimento angolare. Raggiunta la profondità richiesta, si pulisce il foro e si introduce il tubetto. Avvitando in esso il gancio, il materiale di riempimento si espande, premendo le pareti del tubetto contro la parete del foro circolare (fig. **872**). Il gancio cosí fissato è assolutamente solido e porta pesi notevoli; al suo posto si possono anche avvitare viti comuni o con la testa sagomata a piacere.

Cemento e calcestruzzo

Il calcestruzzo serve per vari lavori all'aperto, per esempio per fissare nel terreno i pali di sostegno di un'altalena, per murare il bacino di una fontana, per murare mensole o supporti ecc. Le gettate sono molto resistenti alle intemperie e alle sollecitazioni meccaniche, specie se si tratta di compressione (pesi).

Il calcestruzzo è una miscela di cemento (cemento Portland, in vendita nei negozi di laterizi in sacchi da 50 kg) e di sabbia (o pietrisco). Sabbia e pietrisco devono essere puliti, cioè non devono contenere terra; eventualmente vanno lavati con molta acqua. Per una parte di cemento occorrono 2-3 parti di sabbia di fiume o 4-8 parti di pietrisco (1-20 mm). La miscela si fa su un piano pulito (calcestruzzo o legno) aggiungendo acqua finché tutto l'impasto risulta uniformemente inumidito.

L'impasto cosí preparato viene introdotto nella forma nella quale viene poi compressa con l'auto di un pestello (blocco di legno con manico). Se si tratta di uno zoccolo per fissare un tubo nel terreno, basta scavare la terra per 50 cm di profondità e 20 cm di diametro, infilarvi il tubo e versare il calcestruzzo direttamente nel buco, comprimendolo poi col pestello. Per zoccoli che devono sporgere dal terreno, bisogna fare la cassaforma di legno; le tavole devono essere tolte soltanto quando la presa è completa (dopo 8-10 giorni). Per questi usi serve il calcestruzzo grosso (cemento e ghiaia).

Mensole e sostegni di ferro si cementano invece con calcestruzzo fine (cemento piú sabbia). Il buco nel muro, fatto con un grosso scalpello, deve essere perfettamente pulito; inseriamo il ferro e riempiamo lo spazio vuoto con l'impasto. Anche qui dobbiamo aspettare che la presa sia completa, prima di caricare il ferro, anzi, se si tratta di un pezzo che sporge, convene sostenerlo dall'esterno per evitare che si abbassi.

L'impasto con sabbia può anche essere gettato in forme di legno, se lo prepariamo di consistenza piú fluida. Gli elementi metallici cementati fanno ottima presa. Se non vogliamo affondarli direttamente nel calcestruzzo (per esempio perché devono essere sistemati con precisione particolare), inseriamo al loro posto un cilindro di legno di dimensioni adatte, che togliamo prima che la presa sia completa; possiamo poi cementare il pezzo con calcestruzzo o impasto di cemento quando vogliamo. Il calcestruzzo non ancora asciutto può essere lavorato col temperino, permettendo cosí di dargli disegni vari.

Vetro

Il vetro ci serve spesso e può essere lavorato in diverse maniere. Il materiale di partenza è costituito da lastre in vari spessori e da tubi in diametri e spessori differenti; le lastre possono essere trasparenti, opali, argentate (specchi) e smerigliate. Tutto questo materale si trova presso ogni vetraio. Le lastre fotografiche lavate con acqua bollente costituiscono un materiale particolarmente sottile, piano e privo di bolle.

Per non dover ricorrere sempre al vetraio per il taglio, ci procuriamo un attrezzo a rotella d'acciaio o a diamante, col quale possiamo anche ricuperare parzialmente vetri e specchi rotti.

Il taglio del vetro.

Appoggiamo la lastra su un piano non troppo duro (cartone di legno) e perfettamente piano, e con l'aiuto del righello facciamo scorrere il tagliavetro sulla superficie, esercitando una pressione modesta e tenendo l'attrezzo in un piano verticale, leggermente inclinato (fig. **873**). Dopo un po' di allenamento riconosceremo il « suono » particolare che corrisponde alla posizione ed alla pressione perfette. L'attrezzo taglia meglio se il vetro è leggermente ingrassato con olio o trementina; se il rumore è irregolare o intermittente, la rotella deve essere affilata o sostituita. La parte tagliata si stacca dal rimanente con un colpetto secco dato sopra lo spigolo del tavolo (fig. **874**); strisce piú strette possono essere staccate esercitando una leggera pressione su di esse ad una estremità, con il pollice e l'indice (fig. **875**).

Per avere le dimensioni volute, dobbiamo tenere presente che la testina dell'attrezzo ha uno spessore di 1,5-2 mm; il taglio corre dunque spostato a destra rispetto al righello.

Talvolta il vetro non si spezza in tutta la lunghezza, lungo la linea incisa. In questo caso dobbiamo staccare le parti rimanenti con la pinza o con l'attrezzo stesso, che allo scopo ha alcuni tagli di varia larghezza (fig. **876**). Per tagliare il

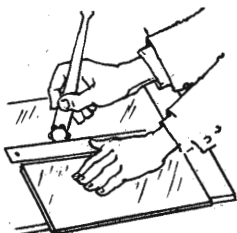



Fig. 873. Posizione dell'attrezzo per tagliare il vetro.

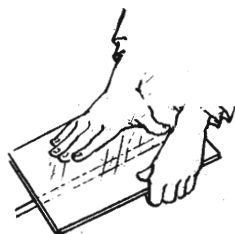



Fig. 874. Distacco della parte tagliata.

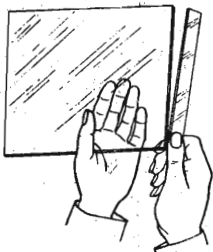



Fig. 875. Distacco di strisce poco larghe.

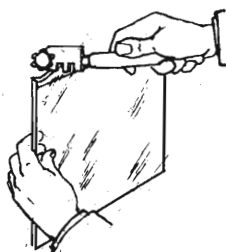



Fig. 876. Distacco di frammenti di vetro oltre la linea di taglio.

vetro secondo contorni rotondi occorre un attrezzo speciale che non vale la pena di costruire. Lastre sottili possono essere tagliate sott'acqua, senza pretese di precisione, con una forbice comune.

La lavorazione dei tubi di vetro.

Per tagliare a giusta lunghezza un tubo di vetro, si usa una lima triangolare, con la quale si pratica una piccola incisione trasversale nel punto voluto; facendo una leggera pressione con le due mani, il tubo si stacca di netto (fig. **877**). Quando il diametro supera gli 8 mm, l'incisione deve andare oltre metà della circonferenza, per avere il taglio nitido.

Cilindri di vetro, colli e corpi di bottiglie ecc., possono essere tagliati col tagliavetro, fino ad uno spessore di 2 mm. Allo scopo incolliamo attorno alla parte cilindrica due strisce di cartone (1 mm), in modo da lasciare scoperta una fessura di 1 mm proprio in corrispondenza del taglio previsto (fig. **878**). Appoggiamo ora il tubo orizzontalmente e lo facciamo rotolare lentamente, esercitando nel contempo una leggera pressione dall'alto col tagliavetro, che risulta guidato dal cartone. Fatta l'incisione tutt'attorno, proviamo a staccare i due pezzi battendo leggermente dal basso contro il tubo, girando di tanto in tanto. Se non abbiamo successo, giriamo un filo di lana imbevuto di trementina attorno all'incisione e diamo fuoco, tenendo il cilindro orizzontalmente e girandolo lentamente. Appena spenta la fiamma, raffreddiamo il punto con acqua. Generalmente si ha un pronto e netto distacco delle due parti. Gli spigoli devono essere smerigliati (v. oltre).

Fig. 877. Taglio di un tubo di vetro.

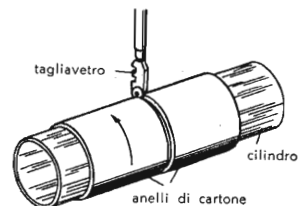



Fig. 878. Taglio di un cilindro di vetro

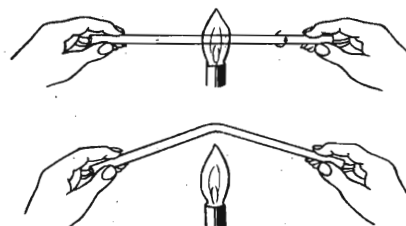



Fig. 879. Curvatura di tubi di vetro.

Fig. 880. Prolungamenti per curvare pezzi corti.

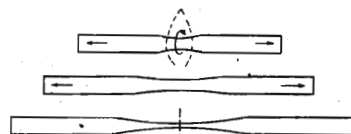



Fig. 881. Foggiatura di un tubetto di vetro a punta.

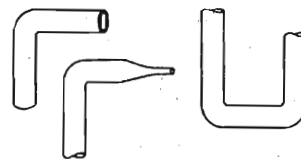



Fig. 882. Forme di tubetti curvati.

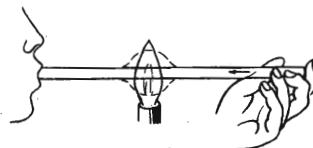



Fig. 883. Soffiatura a pallina.

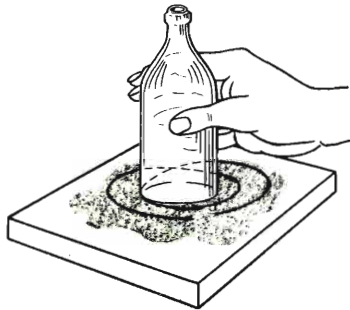



Fig. 884. Smerigliatura di bordi tagliati.

Per curvare un tubo di vetro dobbiamo rammollirlo nel punto voluto, ponendolo sopra una fiamma (fornello a spirito, becco a gas) e girandolo lentamente. Dopo qualche tempo il vetro diventa rosso; in questo momento lo leviamo dalla fiamma e lo curviamo lentamente finché sentiamo una certa resistenza; riponiamo il punto nella fiamma e continuiamo finché l'angolo raggiunto è quello desiderato (fig. **879**).

Se il tubo di vetro è troppo corto per esser tenuto in mano in queste operazioni, infiliamo nelle estremità dei pezzetti di legno (fig. **880**).

Per tirare il tubetto a punta, si riscalda un dato punto da tutte le parti, esercitando una leggera trazione; quando il vetro è diventato molle, lo togliamo dalla fiamma e tiriamo piú energicamente dalle due parti (fig. **881**). Raffreddato il tubo lo spezziamo nel punto piú sottile.

Con un po' di allenamento risulta facile ottenere le forme piú svariate (figura **882**) ed anche soffiare una pallina (fig. **883**).

Per spianare gli spigoli di tagli imperfetti, usiamo, dopo averli inumiditi, una lima piana o triangolare di grana fina. Possiamo poi smerigliarli muovendoli con leggera pressione in cerchi eccentrici sopra una lastra di vetro o di pietra artificiale ricoperta di un impasto di acqua e polvere di smeriglio (fig. **884**).

Per forare il vetro si usano punte di carborundum, disponibili in commercio in vari diametri. La lastra poggia su una superficie piana e viene bagnata con acqua. Con un trapano a mano, azionato con una certa pressione e molto velocemente, si riesce a perforare la lastra, sia pure dopo un certo tempo, trattandosi in fondo di un lavoro di smerigliatura. Talvolta si suggerisce di usare una lima triangolare ben affilata od altri attrezzi di acciaio; questi presentano però sempre il pericolo di rompere la lastra, mentre il metodo sopra indicato è molto piú sicuro, soprattutto quando si ha l'accortezza di non fare il foro da parte a parte, ma di terminare la perforazione girando la lastra.

Resina poliestere

Tra le molte materie plastiche realizzate dall'industria negli ultimi anni, per noi la piú interessante è la resina poliestere autoindurente. Essa non richiede, come invece le resine termoplastiche, alte temperature ed impianti complicati, mentre una volta indurita essa presenta le medesime caratteristiche che rendono tanto attraenti i prodotti industriali: superficie liscia e brillante, resistenza agli acidi, all'acqua ed al caldo, durezza notevole e con ciò resistenza all'uso ed ai graffi. La resina può essere segata, forata, limata e smerigliata. Ne esiste anche un tipo trasparente, che permette la costruzione di oggetti trasparenti simili a quelli di vetro.

Le resine autoindurenti si vendono in forma liquida e devono essere mescolate, prima dell'uso, con altre sostanze. Generalmente per ogni 100 cc di resina devono essere aggiunti 5 cc di indurente, e dopo avere ben mescolato, 2 cc di accelerante. (Attenzione: mescolando prima l'indurente e l'accelerante si possono provocare delle esplosioni!) In ogni modo, ogni fabbricante allega ai propri prodotti ampie spiegazioni ed istruzioni d'uso, che conviene seguire scrupolosamente. La resina liquida viene poi colata nello stampo, oppure semplicemente applicata a pennello, e fa presa in un tempo che varia, a seconda della quantità di accelerante usata, da pochi minuti a molte ore.

La resistenza della resina è notevolissima; per un modello di carrozzeria o di scafo, basta una parete di 1,5-2 mm di spessore. Nella resina si può anche inserire uno strato di tessuto di vetro, che oltre a rendere piú leggera e resistente la parete, fa risparmiare anche del materiale.

Per l'applicazione pratica della resina termoindurente diamo qui di seguito, brevemente, un esempio, nella costruzione di uno scafo. Lo scafo disegnato nella figura **885** deve essere costruito in due parti, che nel disegno figurano separate dalla linea tratteggiata, determinata dal contorno esterno che figura nella pianta; come si vede, infatti, la linea di separazione non potrebbe essere scelta né piú alta né piú bassa, senza dar luogo a stampi che poi non lascerebbero estrarre il pezzo colato.

Costruiamo in legno un modello scomponibile nelle medesime due parti, che — provvisoriamente unito con alcuni chiodi nel piano di separazione — ripete in ogni dettaglio la forma dello scafo; non riproduciamo tuttavia l'apertura in coperta, che potrà essere tagliata a sega nello scafo finito. Il legno usato deve essere molto dolce per lasciarsi lavorare bene; i due piani di congiunzione devono essere perfettamente lisci (fig. **886**). Terminato il modello, lo lisciamo con carta vetrata fina, lo dipingiamo con vernice sintetica, e lo scomponiamo nelle sue due parti per riprodurle in gesso.

A questo scopo avvitiamo ogni pezzo, con la parte piana, su un'asse rettangolare di legno **1**, vi inchiodiamo le pareti **2** e pennelliamo tutto l'interno con olio per assicurare il perfetto distacco. Riempiamo poi di impasto di gesso a presa rapida i due cassetti (fig. **887**). Lasciamo riposare per un giorno, togliamo le pareti e l'asse di fondo con il modello, e verniciamo le forme di gesso (« conchiglie ») con vernice sintetica per dar loro superficie assolutamente lisce (figura **888**). Lasciamo asciugare e trattiamo le superfici con qualche prodotto del commercio (a base di silicone), che assicura un buon distacco.

Tagliamo ora i pezzi di tessuto di vetro; prepariamo la miscela di resina e ne applichiamo una prima mano. Quando questa ha cominciato a indurire (lo si riconosce dalla formazione di piccole rughe nella superficie), applichiamo la seconda mano; aspettiamo un poco ed inseriamo un primo strato di tessuto di vetro, che con l'aiuto del pennello facciamo entrare in ogni sua parte nello strato di resina, perché non vi restino impigliate bolle d'aria. Seguono altre due mani di resina, uno strato di tessuto ed infine le ultime due o tre mani di resina, sempre con lo stesso procedimento (fig. **889**).

Dopo 10-12 ore stacchiamo i due pezzi colati, tagliamo i pezzi di tessuto sporgenti e rendiamo i bordi perfettamente lisci con lima e carta vetrata. Nella parte che costituisce la coperta tagliamo col seghetto da traforo l'apertura, e incolliamo insieme le due parti con altra resina. La resina autoindurente ha un ennesimo pregio: la possiamo saldare indissolubilmente, a freddo, con la medesima resina non ancora indurita.

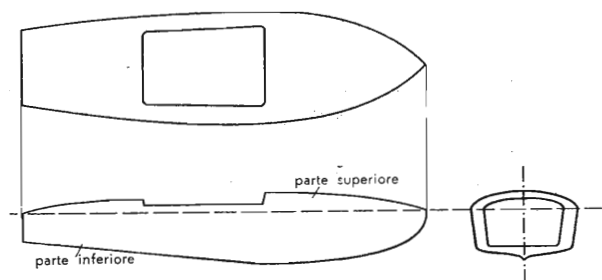



Fig. 885. Lo scafo nelle tre proiezioni.

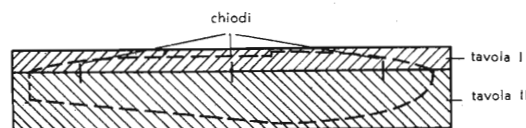



Fig. 886. Costruzione del modello in legno, da due assi inchiodate.

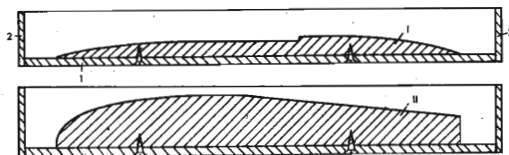



Fig. 887. Sezioni delle due forme.

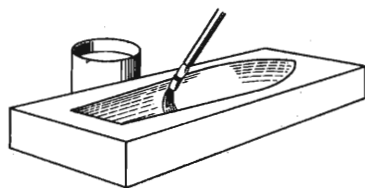



Fig. 888. I due calchi negativi sono verniciati e spruzzati con prodotto antiadesivo.

Con lo stesso procedimento possono essere costruiti altri modelli, piatti, targhe con lettere a rilievo, e molti altri oggetti. La costruzione, alquanto laboriosa, del modello, può essere evitata se usiamo direttamente un originale già esistente, ingrassandolo con olio e facendone un calco in gesso. Anche le carrozzerie dei trenini possono essere riprodotte in ogni particolare; in questo caso facciamo di ogni singola parete un calco (negativo) direttamente in resina, e da questo ricaviamo il positivo ugualmente in resina. Le quattro pareti vengono poi incollate, verniciate, decorate con le scritte necessarie e infine la carrozzeria viene montata sul telaio e provvista del tetto.

La resina trasparente può essere usata per fare oggetti decorativi di vario genere, per esempio racchiudendo in cubi di vetro insetti, fiori e foglie, con ottimo effetto.

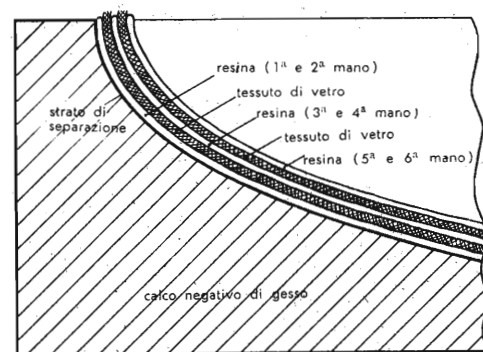



Fig. 889. L'applicazione dei singoli strati di resina e di tessuto.

INDICE

I. LAVORETTI FACILI

II. LAVORI CON UTENSILI SEMPLICI

III. APPARECCHI E MODELLI MECCANICI

IV. OTTICA

V. LA NATURA E LE SUE MERAVIGLIE

VI. IL GIOVANE ELETTROTECNICO

VII. RADIOTECNICA

VIII. COSTRUZIONE DI MODELLI FERROVIARI

IX. AEROMODELLISMO

X. COSTRUZIONE DI MODELLI DI BARCHE E NAVI

XI. COSTRUIAMO UN VERO CANOTTO

XII. SEMPLICI LAVORI DI LEGATORIA

XIII. LA TECNICA DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

XIV. LA TECNICA DELLA LAVORAZIONE DEI METALLI

Finito di stampare per conto di Ugo Mursia Editore in Milano dalla Tipografia Galbiati & C.

DOCUMENTAZIONE COMMERCIALE

Allo scopo di facilitare la ricerca e l'acquisto dei materiali e degli strumenti necessari alla realizzazione dei progetti presentati nel volume, riportiamo un elenco di negozi che in tutta Italia si occupano di articoli di modellismo.

ELENCO DEI PRINCIPALI NEGOZI D'ITALIA SPECIALIZZATI IN ARTICOLI DI MODELLISMO

AGRIGENTO

Ditta
Cappadona dr. Gerlando
Via Roma, 72
Porto Empedocle

ALESSANDRIA

Ditta Guerci
Corso Roma, 27

Ditta Piero Sport
Corso Roma, 23

Ditta Ferraris
Corso Italia
Acqui

Ditta Barzizza Franco
Via Girardengo
Novi Ligure

ANCONA

Ditta Tortorelli
Corso Garibaldi, 97

AOSTA

Ditta Ricci Giulio
Via Croce di Città, 55

AREZZO

Ditta Fracassi Marisa
Corso Italia

Ditta Tomassini
Corso Italia, 94

Vari G.
Viale Regina Elena, 12
Camucia

ASCOLI PICENO

Ditta Angelini Marinucci
Via Malta, 68

AVELLINO

Ditta Tutto Sport
Corso V. Emanuele, 204

BARI

Ditta D'Eulesia
Via Putignani, 69/71

Ditta Magistro Vincenzo
Via Giunna, 148

BELLUNO

Ditta Delaito Mario
Feltre

Ditta Facchin Antonio
Sovramonte

BERGAMO

Ditta Caldara
Via Roma, 49

Ditta
Modelberg Vavassori
Via Torretta, 26/B

Ditta Biana
Via N. Betelli
Dalmine

BOLOGNA

Ditta Benetti Giulio
Via Rialto, 1/A

Ditta Falzone
Piazza Galileo, 5
Tel. 234.109

Ditta
Fattorini di Montanari
Via Guerrazzi, 28

Ditta Flaschmodel
Viale Vicini, 1

Ditta
Gomma e Plastica
Piazza Galileo, 5

Ditta Montanari
Via Guerrazzi, 28

Ditta S.T.A.N.J.
Via Ugo Bassi, 8

Ferrareccia dalla Pioggia
Via Galliera, 25

BOLZANO

Brunner
Via Portici, 33

Ditta Selenati
Via Torino, 27

BRESCIA

Cartoleria Commerciale
Corso Palestro, 9

Ditta Apollonio F.
Via X Giornate, 29

Ditta Bruneri A.
Via X Giornate, 25

Ditta Modelbrixia
Via Pace, 13

Ditta Canevari
Via XX Settembre, 3
Palazzolo sull'Oglio

CAGLIARI

Ditta Bolla Giovanni
Via Manno, 53

Ditta Chiesura Luigi
Via Tirso, 58
Oristano

Ditta Cincotti A. Maria
Via V. Emanuele, 44
San Giovanni Suergin

CATANIA

Ditta Balestrazzi E.
Via Etnea, 264

Ditta Trovato
Via Ventimiglia, 266

La Poliottica
Via Etnea, 216

CHIETI

Ditta
Capitanio Giuseppina
Portici Palazzo Provinc.

COMO

Ditta Moretti Fermo
Corso V. Emanuele, 26

Ditta Rivarossi S.p.A.
Via Conciliazione, 74

Ditta Casati
Via Manzoni, 29
Merate

CREMONA

Ditta Aviomodelli
Via degli Olmi

Ditta Castellani Adriano
Via Platani, 12

Ditta Fornasari Cesare
Via Cavour, 31
Casalmaggiore

CUNEO

Colorificio Cuneese
Via Roma, 31

Ditta
Colombo cav. Federico
Via Cuneo, 34
Fossano

ENNA

Sciuto Alfio
Via Roma, 147

FERRARA

Ditta Ancona Egidio
Piazza Trento Trieste, 32

Ditta Dal Monte Gigi
Via Contrari, 37

Ditta Leotarsi Martelli
Via S. Maurelio, 18

FIRENZE

Al Nuovo Emporio
Via Cavour, 31/R

Casa dei Balocchi
Via Panzani, 61/R

Casa dello Sport
Via del Vergaio, 1/10

Ditta Arbiter
Via Brunelleschi

Ditta Callai
Via Ricasoli, 30/R

Ditta Duanne
Via V. Eman., 34/J r.

Ditta Pecori
Via Aretina, 52/A
Tel. 63.995

Ditta Prosperi-Chiodo
Borgo Pinti, 99/R

Polisportiva
Cooperpopolo
Via Livornese, 10
Empoli

Ditta Capecchi Roberto
Via Muzzi, 52 - Tel. 29.91
Prato

FORLÌ

Ditta Pi.ti.bi.
Corso Garibaldi, 6

Ditta Bettini Adamo
Piazza Repubblica, 159
Cesena

GENOVA

Ditta Briano
Via Caffaro, 19

Ditta Ghigliotti
Via Seurreria, 17/19

Ditta Martinelli Elio
Via Righetti, 20/R

Ditta Pesca e Sport
Via Fieschi, 36/38

Ditta Vitale di G. Foa
Via S. Lorenzo, 61/R
Tel. 296.597

Ditta Italmodel
Via Caffaro, 19

Ditta Durante Aldo
Via Cantore, 112
Ge-Sampierdarena

Ditta Grillo Sport
Via Cantore, 267
Ge-Sampierdarena

Ditta Città di Milano
Corso Garibaldi, 12
Chiavari

Ditta Devoto
Via Mazzini, 27
Rapallo

GORIZIA

Ditta Vuga Rodolfo
Via Carducci, 5

GROSSETO

Ditta Andreini Loris
Via S. Martino, 24

Ditta Nannini Alfredo
Massa Marittima

IMPERIA

Ditta Ausenda
Via Roma, 97
Sanremo

Ditta Marani Nello
Corso Repubblica, 15
Ventimiglia

LA SPEZIA

Ditta Capitani Primetta
Via Fiume, 179/R

Ditta Casa dello Sport
Via Fiume, 6/R

LECCE

Ditta G. Libertini
Via Carrara, 51

LIVORNO

Ditta Beccani
Via della Carapana, 36

Soc. Editrice Tirrena
Via Ricasoli, 47

LUCCA

Ditta Brancoli Luigi
Via Beccheria

Ditta Scaratti e Trezzi
Camaiore

Ditta Ferrando Antonio
Via Marconi, 12
Castelnuovo Garfagnana

Ditta Galleni Angelo
Via Duca d'Aosta, 57
Forte dei Marmi

Ditta Casa della Gomma
Via C. Battisti, 101
Viareggio

Ditta Foto Stampa
Via Manin, 2
Viareggio

MACERATA

Ditta
Cingolani Edmondo
Via IV Novembre, 35

Ditta Palmieri Fantuzzi
Corso Repubblica It., 8

Ditta E.N.A.O.L.I.
Corridonia

MANTOVA

Ditta Manzotti
Via Orefici, 26

Ditta Moreschi F.
Via Frattini, 13

MASSA CARRARA

Ditta Fallani Gianni
Via Cairoli, 2-bis
Marina Carrara

Ditta Fialdini Dino
Via Guidoni, 4
Massa

MATERA

Ditta Morelli Vincenzo
Via Margherita, 35

MESSINA

Ditta Bambi
Viale S. Martino, 219

Libreria
Dottrina Cristiana
Via S. Giov. Bosco, 33

Ditta Terranova Antonio
Via Umberto I, 135
Gioiosa Marea

MILANO

Ditta Bertoni Giorgio
Via Luisa Sanfelice, 10

Ditta Fantasyland
Via De Filippi, 4

Ditta Fochimodels
Corso Buenos Aires, 64
Tel. 211.970

Ditta Gallo
Via Brioschi, 6

Ditta Gornati
Via C. Correnti, 21
Tel. 872.435

Ditta Il Pentagono
Via Canonica, 59

Ditta Lombardi
Via Ripamonti, 2
Tel. 540.970

Ditta Mastro Geppetto
Corso Matteotti, 14
Tel. 791.212

Ditta Milan Hobby
Via Bellotti, 13
Tel. 222.810

Ditta Movo
P.le Princip. Clotilde, 8

Ditta Noè cav. Alberto
Via Manzoni, 26
Tel. 702.971

Associazione Navimodel
Via S. Vittore, 19

Ditta
Tecnomodels Taccani
Corso XXII Marzo 40

Ditta Totem
Via Pola, 6 - Tel. 600.860

Ditta Zia Gin
Via Paolo Sarpi, 15
Tel. 339.650

Ditta Pastorelli
Via Roma, 54
Tel. 22.28 e 29.10.
Codogno

Ditta Olimpic
Via Como, 10
Melzo

Ditta
Missaglia Anna Maria
Via Mazzini, 15
Meda

Ditta Somaschini Mario
Via Modena, 24
Sesto S. Giovanni

MODENA

Ditta Casarini Dario
Via Scarpa, 25

Ditta Mary-Model
Rua Frati, 12

Ditta Solmi-Mantovani
Via Emilia, 145
Tel. 36.076

Ditta Emporio 900
Via Paolo Guaitoli, 19
Carpi

Ditta Montaguti
Viale Mazzini
Vignola

NAPOLI

Ditta Aeromodellistica
Via Roma, 368

Ditta Leonetti Ciro
Via Roma, 350

Ditta Max Model
Piazza Spirito Santo, 24

Ditta
Modellismo di Bruno
Via Carlo de Cesare, 56

Ditta
Modellismo di Forquet
Piazza S. Pasquale, 8

NOVARA

Ditta Allevi Ilde
Corso Torino, 10

Ditta Cordani
Via Galletti, 70
Domodossola

Oratorio Quagliotti
Galliate

Ditta Telò Mario
Via S. Vittore, 62
Intra di Verbania

PADOVA

Ditta Guarnieri M.
Via S. Fermo, 13

Ditta
Testi cav. Ferruccio
Via S. Lucia, 11

PALERMO

Ditta Hobby Shop
Via Terrasanta, 77

PAVIA

Ditta Pelucelli
Viale Partigiani, 4

PERUGIA

Ditta
Belladonna Terzilio
Via Oberdan, 10
Tel. 34.43

Ditta Cipiciani Nello
Via Alessi, 12

Ditta Vignati Pietro
Via Portica, 8
Assisi

Ditta Emporio 45
Corso V. Emanuele, 6/3
Città di Castello

PESARO

Ditta Alfa Radio
Corso XI Settembre, 27

Ditta Bertozzini Vairani
Via Saralevi Nathan, 16

Ditta Television
Via Vallato, 17

Ditta Barbaresi Alpinolo
Fossombrone

PESCARA

Ditta Passeri Fradeani
Corso Italia, 2/4

PIACENZA

Ditta
Casa dello Sportivo
Piazza Borgo, 15

Ditta Ferrari R.
Via Poggiali, 2

Ditta HO di Cagnani
Via Cavour, 41

PISA

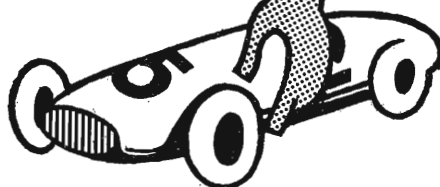
Ditta Caldi
Via Oberdan, 10

Ditta Hobby Centro
di P. Gnesi
Borgo Largo, 1

Ditta Politecnica
Corso Italia, 36/R
Tel. 23.302

Ditta Pineschi Aroldo
Pomarance

Ditta Catarcioni Carlo
Piazza del Popolo, 9
San Miniato

Ditta Finizzoli rag. Enzo
Via G. Turazza, 5/7
Volterra

PISTOIA

Ditta Tutto Sport
Via C. e Montanara, 31

RAGUSA

Di Tarco rag. Salvatore
Via Roma, 126

La Eliotecnica
Via Matteotti, 44/46

RAVENNA

Ditta Alberani Mario
Via Mazzini, 48

Ditta Magini
Via Cairoli, 9
Tel. 22.666

Ditta Maroncelli
Via XX Settembre, 2
Faenza

REGGIO EMILIA

Ditta Mordini Walter
Via Cavallotti, 6

ROMA

Ditta
Aeromodelli di Pesaresi
Piazza Salerno, 8
Tel. 846.786

Ditta Arseni Ercole
Via Pescara, 2

Ditta
Aviominima di Travagli
Via S. Basilio, 49/A

Ditta Cigitalia
Via Ignazio Giorgi, 48

Ditta De Sanctis
Via V. Veneto, 94

Ditta General Store
Via Misenati, 16/A
Lido Roma

Ditta Gioia
Corso Trieste 104

Ditta Giorni Riccardo
Via M. Colonna, 34

Ditta Hobby House
Viale Adriatico, 135

Ditta Model Sport
di Nicoletri
Via Gadames, 48

Ditta
Vetriani e Biffignandi
Via XX Settembre, 45

Tecnimodel
Via Guid. del Monte, 9

Tutto per il Modellismo
Via S. G. Laterano, 266

Ditta Spogli
Via Cairoli, 5
Frascati

ROVIGO

Ditta Carestiolo
Piazza V. Emanuele, 35

SALERNO

Ditta Siprito Matteo
Via Mercanti, 11/20
Tel. 21.148

Oratorio S. Dom. Savio
Nocera Inferiore

SASSARI

Ditta Caser Luigi
Piazza Tola, 44

Ditta Model Sarda
Viale Umberto, 143

SAVONA

Cartoleria Cerro
Via Saredo, 74

Ditta Tiragallo
Via C. Colombo, 20
Alassio

SIENA

Paese dei Balocchi
Via di Città, 11

SIRACUSA

Ditta
Bottaro Sebastiano
Via Paolo Sarpi, 24

Ditta Russo Francesco
Via Cavour, 63

Ditta Russosport
Via Roma, 103

Ditta A.M.E.R.
di Dimodica G.
Via Lavaggi, 88
Augusta

SONDRIO

Ditta
Carrara e Tartinelli
Via XXV Aprile, 8

Oratorio Salesiano
S. Rocco

TARANTO

Ditta
Fasciglione Giovanni
Via P. Amedeo, 131

TERNI

Dopolavoro Polymer

Ditta Stefanoni Erminio
Via Lungonera, 70/B

TORINO

Ditta Amar Radio
Via C. Alberto, 44

Ditta Aeropiccola
Corso Sommeiller, 24
Tel. 587.742
Via XX Settembre, 1
Tel. 524.744

Ditta F.lli De Leon
Corso Vigevano, 35

Ditta Gioia dei Bimbi
Via Po, 46

Ditta Hobby Centro It.
Via Frejus, 37
Tel. 383.169

Ditta Isacco Onorato
Corso V. Emanuele, 36

Ditta A. Milanesio
Via Di Nanni, 118

Paradiso dei Bambini
Via A. Doria, 8

TRAPANI

Ditta
Curatolo Antonietta
Via Frisella, 65
Marsala

TRENTO

Ditta Goio Mario
Via Acqui, 7

Ditta Italo
Piazza Italia

Ditta
Dellagiacoma Michele
Predazzo

TREVISO

Ditta Del Fabro
Via Libertà, 21

Ditta
Paradiso dei Bambini
Corso del Popolo, 55/59

Ditta Favaro Giovanni
Borgo Pieve, 18
Castelfranco Veneto

TRIESTE

Ditta Dotti
Via Galatti

Ditta HO Modellismo
Galleria Tergesteo

Ditta Orvisi
Via Ponchielli, 3

Ditta Spangher Agape
Via Duca d'Aosta, 48
Monfalcone

UDINE

Ditta Model Sport
Via Savorgnana, 18

Ditta Casa dello Sport
Via Roma, 90
Spilimbergo

VARESE

Ditta Bianchi
Via Broggi, 1

Ditta Boselli Maria
Via XX Settembre, 2
Busto Arsizio

Ditta Ghiringhelli
Via XX Settembre, 2
Busto Arsizio

Ditta Golin Maria
Via Roma, 13
Castiglione O.

Istituto
Climatico Sanatoriale
(Scuola Artigianato)
Cuasso al Monte

VENEZIA

Ditta Campagnol
S. Lio, 5540

Ditta Linetti
S. Marina, 6034

Ditta Petronio Sergio
Via Carducci, 23
Mestre

Ditta Sabbadin
Calle dei Fabbri, 4715
Tel. 22.570

Ditta Furlan Angelo
Fondamenta Vena, 902
Chioggia

Ditta Gobbin
Corso del Popolo, 932
Chioggia

VERCELLI

Ditta Rebuffa
Via Dal Porro, 19
Biella

VERONA

Ditta Zanella
Via Quattro Spade, 1

Libreria Editr. Salesiana
Rigaste S. Zeno, 13

VICENZA

Ditta Treu Gino
Via Due Ruote, 28

Ditta Bernardi Silvestro
Piazza Montevecchio
Bassano del Grappa

Ditta Cracco Ruggero
Via IV Novembre
Valdagno

VITERBO

Ditta Novimodel
di Gianni Pongano
Via Saffi, 3/23
Tel. 31.825

Disegno costruttivo I
Aliante di balsa Scala 1:1
Allegato al volume "Saper costruire„ di Rudolf Wollmann
Sagoma di cartone per la lisciatura dell'ala
100
Profilo dell'ala
Baricentro nel modello ultimato
Apertura per l'inserimento della zavorratura
Semiala
Linea di piegatura
Mezzeria
Sagoma per l'inclinazion
Come si piega l'ala
Modello di aliante (Categoria A 1) Scala 1:1
Estremità dell'ala
4°
790
Il pezzo viene incollato in questo punto
3 Φ
Baricentro
Filo di acciaic Ø mm 1
Sperone di arresto del timone
(balsa duro) largo 15 mm
Il pezzo 13 viene incollato
in questa posizione
Tubetto di alluminio
Vista della fusoliera ultimata
Sezione A-A
Sezione B-B
Sezione C-C
Sezione D-D
Aliante con motore a elastico Scala 1:1
Gli altri pezzi sono illustrati nel disegno costruttivo II

Aliante con motore a elastico Scala 1:1

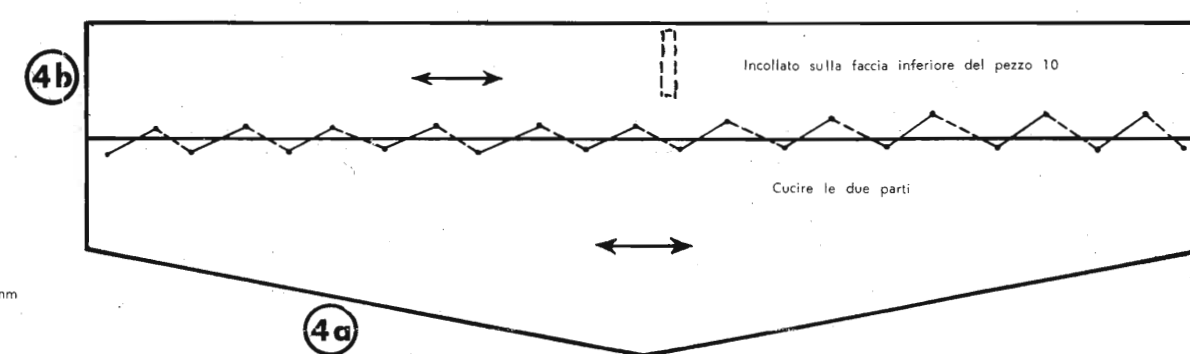
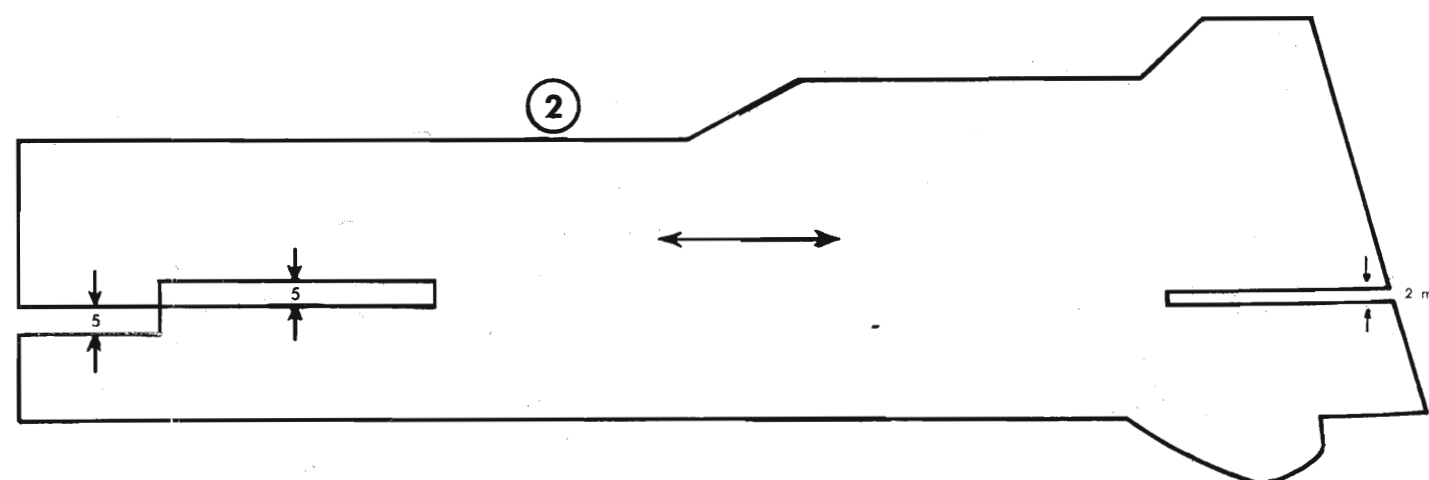
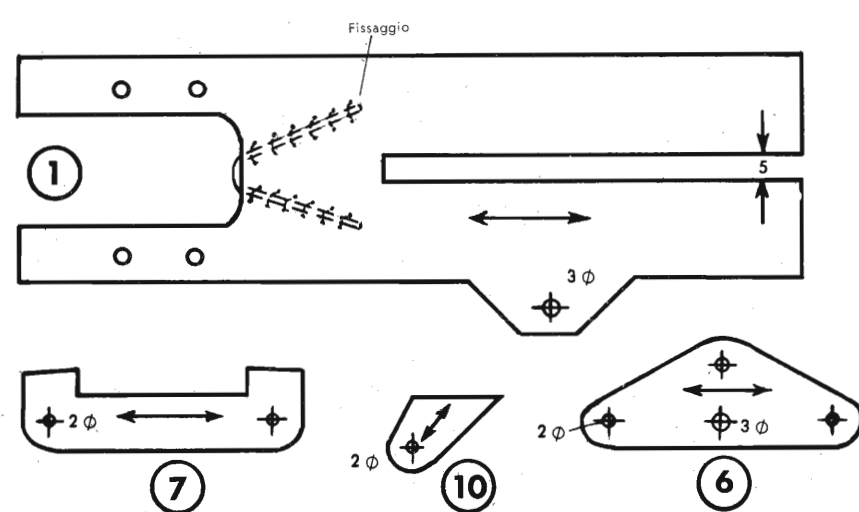
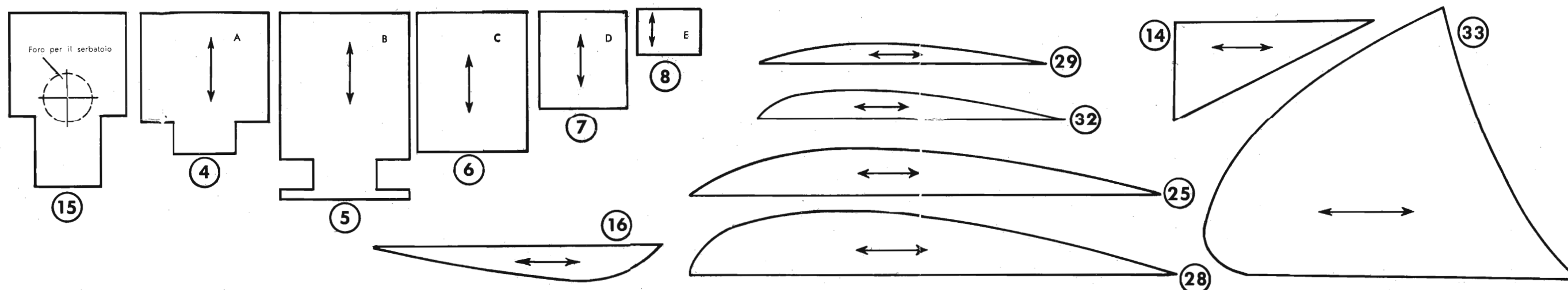
Velivolo con motore Diesel Scala 1:1

Aliante per volo frenato Scala 1:1

Fig. 1. Profilo della vista laterale. Scala 1 : 10.
Linea di galleggiamento
Fig. 2. Profilo della vista dall'alto. Scala 1 : 10.
Fig. 3. Sezioni trasversali. Scala 1 : 10.
Linea di galleggiamento
Fig. 4. Sezione longitudinale. Scala 1 : 10.
Riparo. Abete 7 mm
Ponte. Abete 7 mm
Baglio. Abete 15 mm
Dritto di poppa. Quercia 70 × 50 mm
Squadretta di poppa. Quercia 50 mm
Lista trasversale. Abete 15 × 30 mm
Linea di galleggiamento
Mensola. Abete 15 mm
Pedana. Abete 10 mm
Corrente del ponte. Abete 15 × 30 mm
Baglio. Abete 15 mm
Paratia. Abete 12 mm
Ruota di prora. Quercia 70 × 50 mm
Squadretta di prora. Quercia 50 mm
Linea di galleggiamento
Fondo. Pino 10 mm
Collegamento longitudinale. Abete 15 × 40 mm
Fig. 5. Sezione in pianta. Scala 1 : 10.
Fiancata. Pino 8 mm
Dritto di poppa. Quercia 70 × 50 mm
Squadretta di poppa. Quercia 50 mm
Paratia. Abete 12 mm
Liste trasversali del ponte. Abete 15 × 30 mm
Ruota di prora. Quercia 70 × 50 mm
Baglio. Abete 15 mm
Lista longitudinale. Abete 15 × 30 mm
Baglio. Abete 15 mm
Riparo. Abete 7 mm
Correnti del boccaporto. Abete 20 × 40 mm
Mensola. Abete 15 mm
620 450 300 300 300 300 610 610
Fig. 11. Baglio. Scala 1 : 1.
Fig. 6. Ruota di prora. Scala 1 : 1.
Fig. 7. Dritto di poppa. Scala 1 : 1.
Sezione trasversale
Fig. 10. Sagoma per sezione trasversale.
Fig. 9. Squadretta di poppa. Scala 1 : 1.
Fig. 8. Squadretta di prora. Scala 1 : 1.
Microscopio pezzi 1-6-10. Scala 1:1
6
10
1

Canotto a remi Allegato al volume "Saper costruire„ di Rudolf Wollmann

Velatura